الخلايا..
مجتمع بلا بطالة!

"الخلايا ووظائفها"

علم الحياة .. نظرة متعمقة

تأليف: سالي مورجان
ترجمة: أ.د. محمد علي أحمد

25 عاما مع الكتاب والقراء
الدار المصرية اللبنانية

علم الحياة.. نظرة متعمقة

الخلايا..

مجتمع بلا بطالة!

« الخلايا.. ووظائفها»



تأليف

سالي مورجان

ترجمة

أ.د. محمد علي أحمد

الدار المصرية اللبنانية

مورجان ، سالي .
الخلايا .. مجتمع بلا بطالة ! «الخلايا ووظائفها» / تأليف: سالي مورجان ؛
ترجمة: محمد علي أحمد . ـ ط1 . ـ القاهرة : الدار المصرية اللبنانية ، 2011.
64 ص ؛23 سم . ـ (سلسلة علم الحياة .. نظرة متعمقة).
تدمك : 5 ـ 632 ـ 427 ـ 977 ـ 978
1 ـ الخلايا .
2 ـ الاستنساخ الجيني (أحياء) .
أ ـ أحمد ، محمد علي (مترجم)
ب ـ العنوان 571,6
رقم الإيداع : 19372 / 2010

©
الدار المصرية اللبنانية
16 عبد الخالق ثروت ـ القاهرة .
تليفون: 23910250 202 +
فاكس: 23909618 202 + ـ ص.ب 2022
E-mail:info@almasriah.com
www.almasriah.com

الطبعة الأولى : صفر 1432هـ ـ يناير 2011م

المحتويات

ما الخلايا؟

الخلية هي كتلة البناء الأساسية للحياة، فعندما تنظر إلى نفسك في المرآة، سوف ترى بلايين من الخلايا التي تعمل معًا، يتركب أصغر كائن حي مثل البكتيريا من مجرد خلية وحيدة، إلا أن مُعظَم الحيوانات والنباتات والفطريات متعددة الخلايا، ويعني ذلك أنها تتركَّب من خلايا عديدة.

أنواع مختلفة عديدة من الخلايا

ليس الجسم البشري فقط هو الذي يتركب من بلايين الخلايا، فهناك حوالي 200 نَوْع مختلف من الخلايا، لكل نوع منها وظيفة خاصَّة أو دور يلعبه في الجسم؛ فعضلاتنا تتكون من الخلايا العَضلية، وأكبادنا تتكون من خلايا كبدية. كما توجد أنواع شديدة التَّخصص من الخلايا التي تكوِّن مينا أسناننا، وأخرى تكون العدسات الشَّفافة في أعيننا. وعادة ما يتأقلمُ تركيبُ هذه الأنواع المختلفة من الخلايا لأداء وظائفها. وتتجمَّع خلايا النوع نفسه معًا لتشكِّل الأنسجة، وتتجمع الأنسجة لتكوِّن الأعضاءَ.

كبيرة وصغيرة

بعض الخلايا كبيرة، ويمكن رؤيتُها بالعين المجرَّدة، وأكبر الخلايا المعروفة هي خلية البيضة غير المخصبة للنَّعامة، حيث يصل طولها إلى 15 سنتيمترًا، إلا أن ذلك ليس أمرًا عاديًّا؛ ذلك أن طول معظم الخلايا يبلغ جزءًا من المليمتر، ويمكن أن تُرى فقط بالمجْهر، وأكبر الخلايا البشرية يساوي قطر شعرة الإنسان تقريبًا، ومعظم الخلايا الأصغر من ذلك تصل إلى نحو جزءٍ من عشرة أجزاء من قطر شعرة الإنسان.

تنمو أكثر

النمو إحدى خصائص الحياة، ويحدث النمو عندما تصبح الخلية أكبر حجمًا، فتنقسم مكونةً خلايا جديدة. تبدأ حياة الجنس البشري كخلية واحدة هي خلية البيضة المُخصَّبة. وتنقسم هذه الخلية إلى خليتين ، ثم إلى أربع خلايا، ثم إلى ثمانٍ، ثم إلى ست عشرة، وهكذا.

تنمو الخلايا الفردية إلى أقصى حجم لها، عندئذٍ تنقسم. وعندما تنمو، فإنه يتكون في جسمك مَزيدٌ من الخلايا، وعلى ذلك فإن للإنسان البالغ خلايا أكثر من خلايا الطفل الصَّغير.

ويلقي هذا الكتاب الضوء على عديدٍ من أنواع الخلايا التي تكوِّن أجسام الحيوانات والنباتات والبكتيريا والفيروسات ، كما يوضح لماذا كانت معظم الخلايا ـ سواء أخذتْ من فيل أو من دودة الأرض ـ ميكروسكوبيَّة الحجم. ويجيب الكتاب عن أسئلة، مثل: لماذا لا تكبرُ الخلايا إلى أن تصبح خلايا عمْلاقة؟ وكيف يمكن للخليّة أن تنقسم لتكون خليتين جديدتين؟ كما يغطي الكتاب بعض الموضوعات المرتبطة بالخلايا حديثًا، مثل: الاستنساخ، وتقْنية الجينات.

لا يتفاوت حجم الخلايا بين البشر، فالإنسان الكبير ليست لديه خلايا أكبر من خلايا إنسانٍ صغير، فقط لديه خلايا أكثر منه.

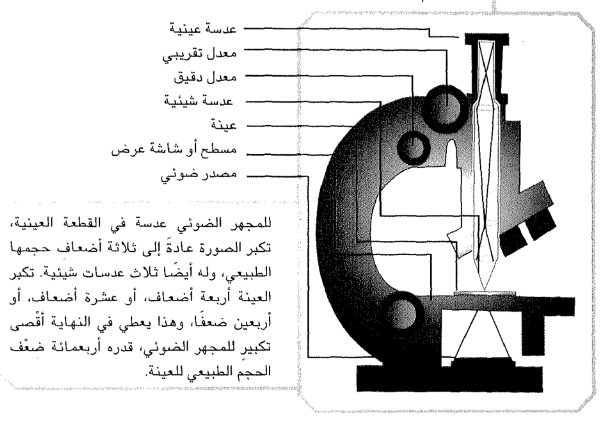


داخل خلية

أغلب الخلايا صغيرة جدًّا بحيث لا يمكن رؤيتها بالعين البشرية. والطريقة الوحيدة لدراستها هي النظر إليها باستخدام المجهر، وبهذا يمكن أن تظهر الخلية أكبرَ بمئات أو حتى آلاف المرات من حجمها الطبيعي. ويوجد نوعان من المجاهر: المجهر الضوئي والمجهر الإلكتروني.

المجهر الضوئي

تعمل هذه المجاهر بطريقة مشابهة لعمل العدسة المُكَبِّرة؛ حيث تركز العدسة المكبرة الضوء المنعكس من الشيء المراد فَحْصَه وتصنع منه صورةً أكبر حجمًا، وفي المجهر الضوئي توجد عدسة عينية، وحتى ثلاث عدسات شيئية. وعند الفحص المجهري، توضع العينة على مسطح أو شاشة العرض تحت إحدى العدسات الشيئية. ويتم إضاءة العينة بمصدر ضوئي، يوجد تحت شاشة العرض، ثم تُرْفَعُ العدسة الشيئية أو تخفض حتى نحصل على صورة واضحة من العينة، وعندما ينظر مستخدم المجهر خلال العدسة العينية فإنه سوف يرى صورةً مكبرةً لها.



للمجهر الضوئي عدسة في القطعة العينية، تكبر الصورة عادةً إلى ثلاثة أضعاف حجمها الطبيعي، وله أيضًا ثلاث عدسات شيئية. تكبر العينة أربعة أضعاف، أو عشرة أضعاف، أو أربعين ضعفًا، وهذا يعطي في النهاية أقصى تكبيرٍ للمجهر الضوئي، قدره أربعمائة ضعْف الحجم الطبيعي للعينة.

وحدات مُتَّفق عليها

عندما يستخدم المجهر، فمن الضروري أن نتذكر أن حجم التراكيب المختلفة يكون صغيرًا، وقد يساعدك هذا الجدول لتعرف كم تكون الأشياء صغيرةً:

1 ملليمتر (mm) = 0.001 متر (m)

1 ميكرومتر (mm) = 0.000001 متر (m)

1 نانومتر (nm) = 0.000000001 متر (m)

المجاهر الإلكترونية

تعطي معظم المجاهر الضوئية أقصى تكبيرٍ لها يصل إلى 400 مرة، بينما يصل تكبير أفضل المجاهر الضوئية إلى 2,000 مرة من الحجم الأصلي للأشياء، إلا أن المجهر الإلكتروني يمكن أن يُكَبِّرَ العينةَ حتى مليون مرة، وهذا يسمح للعلماء أن يرَوا الخلايا بتفاصيل لا يمكن تخيلها . والمجاهر الإلكترونية ـ كما هو واضح من اسمها ـ تستخدم الإلكترونات بدلاً من الضوء لرؤية العينة. وهناك نوعانِ شائعان من المجاهر الإلكترونية: المجهر الإلكتروني النافذ، والمجهر الإلكتروني الماسح.

يعمل المجهر الإلكتروني النَّافذ بطريقةٍ مشابهةٍ لعمل المجهر الضوئي، حيث يستخدم هذا المجهر لدراسة محتويات الخلية. أما المجهر الإلكتروني الماسح فهو يعطي صورًا لسطح العينة، وكمثالٍ فهو مفيدٌ لفحص سطح الخلية. وفي كلا نوْعي المجهر الإلكتروني، فإن الصورة تظهر على شاشة عرضٍ.

هذه صورة لخلية حيوانية تم فحصها بواسطة المجهر الإلكتروني النافذ، ومن الممكن رؤية التراكيب فائقة الصِّغر في الخلية مثل النواة.

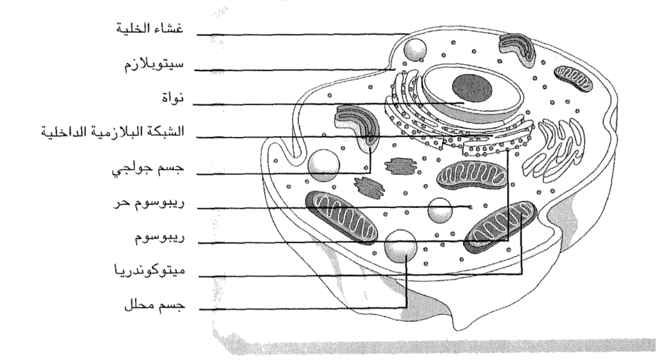
نواة

فحص الخلايا

عندما تفحصُ الخلية بالمجهر الضوئي، فمن الممكن مشاهدة الخلية مُحاطةً بطبقة رقيقة، تعرف باسم غشاء الخلية، ويعمل هذا الغشاء على منع خروج محتويات الخلية خارجها. ويتحكم هذا الغشاء في مرور المواد من وإلى الخلية، فهو يسمح للجزيئات الصغيرة مثل الماء والأكسجين وثاني أكسيد الكربون بالعبور من خلاله، بينما يمنعُ مرورَ الجزيئات الكبيرة مثل البروتينات. ويمكن لهذه الجزيئات الكبيرة العبور خلال الغشاء باستخدام حوامل متخصِّصة.

ويمكن للمواد عبورُ غشاء الخلية بطرقٍ مختلفة، فالجزيئات الصغيرة مثل الأكسجين تنتشر عَبْرَ الغشاء. والانتشار هو حركة الجزيئات من التركيز العالي إلى التركيز المنخفض. ويعني ذلك أن الأكسجين ينتشر إلى داخل الخلية نظرًا لانخفاض تركيزه داخلها عن خارجها. أما الماء فإنه يتحرَّك عبر الغشاء عن طريق عملية انتشارٍ خاصةٍ تعرف بالأسموزية. وتحتاج الجزيئات الكبيرة، مثل البروتينات ، أنّ تحملَ عبر الغشاء. تلتقط الجزيئات الحاملة في الغشاء البروتينات على أحد جانبي الغشاء وتتحرك به إلى داخل الخلية، ويسمى ذلك بالنقل النَّشط. وعلى العكس من الانتشار والأسموزية، يحتاج النقل النشط إلى طاقةٍ حتى يقومَ بدوره.

خلية حيوانية نموذجية مستديرة الشكل، محاطة بغشاء الخلية، وهو يحتفظ بالسيتوبلازم الذي يحتوي على تراكيب أخرى مثل النواة والريبوسومات والميتوكوندريا.



رواد العلم: روبرت هوك

صنع روبرت هوك واحدًا من المجاهر المبكرة باستخدم مجموعةٍ من العدسات، استخدمها في مشاهدة الكائنات الحية. ولقد فحص هوك قطعًا صغيرة من الفلِّين، ووصفها بأنها مركَّبةٌ من عدد كبير من الصناديق الصغيرة وأطلق عليها اسمَ خلايا. ولقد غيرت أبحاث هوك الطريقة التي ينظر بها العلماء لتركيب الكائنات الحية. ومع ذلك، فقد استلزم الأمر مرورَ 168 سنة بعد ذلك حتى يتمكن العلماء من فحصِ مُحتويات الخلايا.

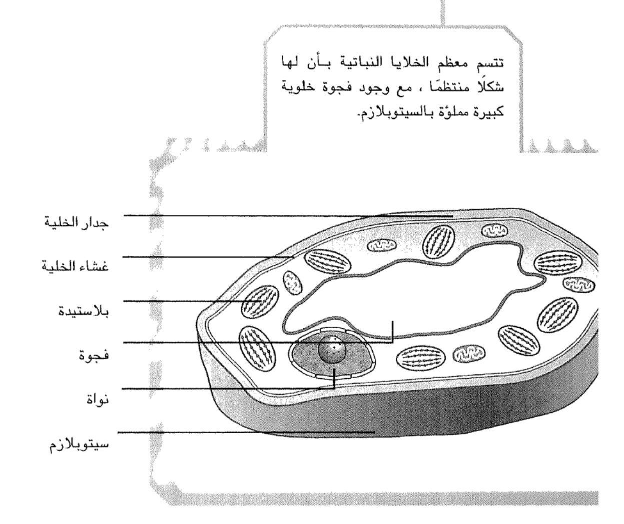
ويملأ السيتوبلازم فراغَ الخلية، وهو يتكون أساسًا من الماء، حيث يمثِّل الماء نحو 70%منه، والبقية عبارة عن جزيئاتٍ من أملاحٍ وسكَّرياتٍ ودهون وأحماض أمينية وبروتينات. وبعض هذه البروتيناتِ عبارةً عن إنزيماتٍ تصنعها الخليةُ؛ بغرض التحكم في مُعَدَّلِ التفاعلات الكيميائية داخل الخلية.

وتعتبر النواة هي أكبر تركيبٍ داخل الخلية، وعادةً ما توجد في مركز الخلية، وهي المكَون الأكثر أهميةً في الخلية، فهي مركز التحكم، كما أنها ترسل إشاراتٍ إلى مختلف أجزاء الخلية، متحكمةً في إنتاج الجزيئات مثل البروتينات. وترجع قدرةُ الخلية في التحكم في إنتاج الجزيئات إلى الكروموسومات الموجودة داخل النواة. ويمكن رؤيــة الكروموسومات بوضوح فقط وقت انقسام الخلية، حيث تظهر الكروموسومات على صورة خيوط داخل النواة، ويوجد في الخلايا البشرية 46 كروموسومًا، أي 23 زوجًا كروموسوميًّا، وتتكون الكروموسومات من الحمض النووي DNA (deoxyribonucleic acid) وبروتين، ويحمل الحمض النووي DNA الشفرة الوراثية التي تستخدم في صناعة البروتينات.

الاختلاف في الحجم بين البيضة (الخلية الجنسية المؤنثة) والحيوان المنوي (الخلية الجنسية المذكرة) يمكن أن يُرى هنا بوضوح، حيث تحيط الحيوانات المنوية بالبيْضة.

الخلايا النباتية

تختلف الخلايا النباتية عن الخلايا الحيوانية في نَواح متعددة، أحد الاختلافات الواضحة هو الحجم، فالخلايا النباتية تميل إلى أنَ تكون أكبر من الخلايا الحيوانية، كما أنها منتظمةُ الشكل؛ لأن أغْشية خلاياها محاطة بجدارٍ خلوي صُلب، وهو يعطي للخلية شكلَها الثابت. ويتركب جدار الخلية من مادةٍ تسمَّى السّيلَيولوز، ويتركب السيليولوز من عدة سلاسل طويلة من الجلوكوز. وعلى الرغم من صلابة جدار الخلية، إلا أنه مُنَفِّذٌ؛ لذا يمكن للغازات والماء المرور من خلاله. ونظرًا للشكل المنتظم للخلايا النباتية، فإنه يمكنها أن تتلاصقَ معًا بشدة دون أن تترك بيْنها فراغاتٍ هوائيةً. ويتميز شكل بعض الخلايا النباتية بأنه متعدِّد الأوجه (خمسة جوانب)، وغالبًا ما يترسب سيليولوز إضافي في أركان هذه الخلايا ، مما يزيد من تدعيمها، وهذا ما تحتاجه الخلايا المكوِّنة للساق.



الفجوة والتدعيم

للخلية النباتية فراغٌ كبير في مركزها يعرف باسم الفَجْوة، وهو يحتوي على القصير الخلوي الذي يتكون من مَحلولٍ مائي من السكريات والأملاح. ونظرًا لكبر حجم الفجوة فهي تدفع السيتوبلازم والنواة إلى جانب الخلية، ضاغطةً على المكونات الأخرى في الخلية، وهذا يؤدي إلى أن تكون الخلية بكاملها شديدة الامتلاء وقويةً، ويساعد ذلك على تدعيم النبات. فإذا لم يحصل النبات على كفايته من الماء، فإنه يذبل وتتدلى فروعه، ويحدث ذلك لأن الفجوة فقدت الماء، فتقلّصت الخلية قليلاً وقل انتفاضها، وهذا يؤدي إلى قلّة دعم الأنسجة، وهكذا تفقد الورقة والساق صلابتَهما.

السيتوبلازم والبناء الضوئي

يحتوي سيتوبلازم الخلية النباتية عادةً على جُسَيْمات صغيرةٍ تحتوي على صبغاتٍ ونشا أو زيت، حيث يطلق على هذه الجسيمات اسم بِلاستيدات. وتحتوي البلاستيدات الخضراء على صبغة الكلوروفيل الخضراء، التي تشترك في عملية البناء الضوئي.

وعادةً تكون البلاستيدة الخضراء قُرْصيّة الشكل، ويتراوح طولها بين 5 و 8 ميكرومترات، وعرضها بين 2 و 4 ميكرومترات. كما يتراوح عدد البلاستيدات الخضراء بين 20 و 40 بلاستيدةً خضراء في الخلية التي تقوم بالبناء الضوئي. أما خلايا الجذر فإنها تحتوي على بلاستيدات عديمة اللون تمتلئ بالنّشا. ويستخدم النشا كغذاءٍ مخزنٍ في النبات، فمثلاً تحتوي خلايا دَرَنات البطاطس على خلايا ممتلئة بحبيبات النشا.

نبات أم حيوان؟

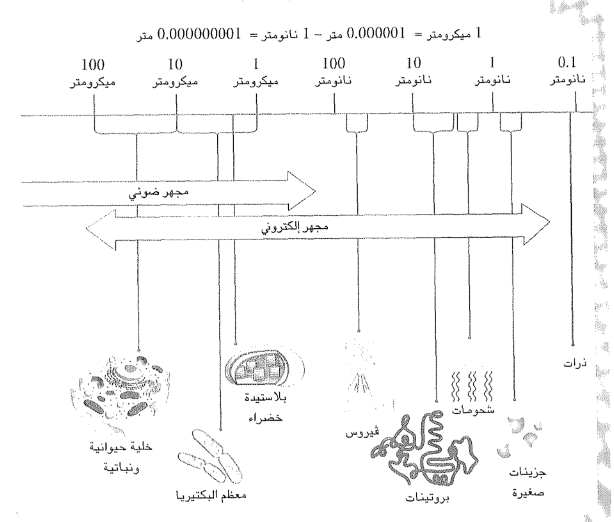
يوضح الجدول التالي الاختلافات بين الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية:

الخلايا الحيوانية	الخلايا النباتية
لا يوجد جدار خلوي.	يحيط بغشاء الخلية جدار خلوي سيليلوزي.
الخلية غير منتظمة الشكل عادةً.	معظم خلايا النبات ذات شكل منتظم.
الخلية ذات فجواتٍ صغيرة فقط.	معظم خلايا النبات ذات فجوةٍ كبيرةٍ ممتلئةٍ بالعصير الخلوي.
لا تحتوي على بلاستيدات خضراء.	أغلب الخلايا تحتوي على بلاستيدات خضراء تحتوي على كلوروفيل.
لا تحتوي على حبيبات نشا.	بعض خلايا النبات تحتوي على حبيبات نشا.

رحلة داخل الخلية

سمح المجهر الإلكتروني للعلماء بالاستكشاف الواقعي للخلية، فلقد اكتشفوا ساكني المدينة الخلوية من التراكيب الدقيقة ، التي يطلق عليها اسم الجسيمات، ويؤدي كل نوع من هذه الجسيمات وظيفةً خاصةً. فعلى سبيل المثال، هناك محطات الطاقةَ (ميتوكوندريا)، ومحطات التخلُّص من المُخلَّفات (الجسيمات المحلِّلة) ومصانع البروتينات (الرَّيبوسومات)، ومصانع تغليف البروتين وتصديره (الشبكة البلازمية الداخلية وجهاز جولجي).

يوضح هذا الشكل حجم التراكيب المختلفة مثل الخلايا والجسيمات والبكتيريا والفيروسات، كما يوضح الاختلافات الحجمية التي تظهر إما باستخدام المجهر الإلكتروني أو المجهر الضوئي.



طاقة الخلايا

تعتبر الميتوكوندريا (مفردها ميتوكوندريوم) محطَّة القُوَى للخلايا، وهي مواقع التنفس الهوائي، وتنتج الميتوكوندريا معظمَ الطاقة التي تتطلبها الخلية تقريبًا لأداء وظائفها. تتجمَّع الطاقة في جزيء ذي فائدة عظيمة، يعرف باسم ATP؛ حيث تستخدمه جميع الخلايا للحصول على الطاقة. وللميتوكوندريا غشاءان، أحدهما خارجي والآخر داخلي. وينْطوي الغشاء الداخلي على نفسه بشدة، وهذا يؤدِّي إلى زيادة مساحة السطح لإنتاج مركب الطاقة ATP.

النقل وصناعة البروتينات

تعدُّ الشبكة البلازمية الداخلية (ER) شبكةَ النقل للخلية، وهي مكوَّنة من شبكة من الأنابيب المتقاطعة عبْر الخلية. وتسمح هذه الشبكة بتحرُّك بعض المواد مثل البروتين من جزء إلى آخر داخل الخلية.

وتتصل ببعض أجزاء الشبكة البلازمية الداخلية جسيماتٌ دَقيقة، تسمَّى الرِّيبوسومات. وتعتبر الريبوسومات مصانعَ البروتينات، حيث يجري عن طريقها بناء البروتين؛ لذا يطلق عليها اسم صانعات البُروتين. وتتركب البروتينات من عدد كبير من الجزيئات الأصغر حجمًا تسمى أحْماضًا أمينية. ويتم حمل هذه الأحماض الأمينية إلى الريبوسومات؛ حيث يتم ربطُها ببعضها في سلاسل طويلة لتكوين البروتينات. ويعتبر بناءُ البروتين شديدَ الأهمية للخلايا؛ لذا فهناك مئات أو آلاف الريبوسومات في الخلايا.

التصنيع وتدوير الفضلات

يشبه جسم جولجي حُزمةً دقيقةً من الأنابيب، وهو المسئولُ عن تصنيع المنتجات الجديدة، مثال ذلك صناعة البروتينات المسكرة من البروتينات والكربوهيدرات، ويتم تعْبئةُ المنتجات الجديدة داخل أكياس صغيرة مُحاطة بغشاء، تعرف باسم الحويصلات، وهي تتحرك حول الخلية أو ترسل خارجها.

أما الجسيمات المحللة فهي مسئولة عن هدْم الفضلات والجسيمات القديمة داخل الخلية، والجسم المحلل ببساطة عبارةٌ عن حزمة من الإنزيمات الموجودة داخل غشاء، وهي تندمج مع المواد المرغوبة، فتنساب الإنزيمات على هذه المواد وتحللها إلى مواد متحللة، إمَّا أن يعادَ استخدامُها داخل الخلية، أو يتمَّ التخلص منها خارج الخلية.

كل أنواع الخلايا

توجد أنواعٌ عديدة من الخلايا المختلفة في الكائنات الحية، تتباينُ كل منها فيما بينها تبايُنًا بسيطًا. فهناك بعض الكائنات الحية التي تتركَّب فقط من خلية واحدة كبيرة الحجم، تقوم بجميع الوظائف، بينما الكائنات الأكثر رُقيًا مثل الثدييات تحْتوي أجسامُها على أنواعٍ مُخْتلفة من الخلايا، تأقْلمَ كل نوعٍ منها ليؤدي وظيفةً محددة.

الخلايا المتخصصة

الأميبا كائنٌ وحيد الخلية، تقوم بأداء جميع وظائفها داخل خليتها الوحيدة، أما الحيوانات المُعقَّدة نسبيًّا مثل الهيدرا أو قنديل البحر، فلديها سبعةُ أنواعٍ من الخلايا، لكل منها وظيفة محددة، فتوجد الخلايا الحسَّاسة التي تستجيبُ للَّمس، والخلايا اللاسعة التي تستخدمها الهيدرا للقبض على الفريسة وتسميمها، والخلايا العصبية التي تحمل الرسائل من جزء إلى آخر في الجسم.



الهيدرا حيوان له جسمٌ يشبه الكيس، ولوامسُ مغطَّاة بالخلايا اللَّاسعة.

وتوجد كذلك الخلايا المغذِّية التي تنسابُ منها مواد كيميائيةٌ تهضم الطعام. وفي الحيوانات الأكثر تعقيدًا، يوجد أكثر من نوع من الخلايا المتخصصة، يؤدي كل منها وظيفةً محدَّدة داخل الجسم.

شكل الخلية وحجمها

تختلف أشكال الخلايا بدرجة كبيرة، فالخلايا النباتية مغطاة بجدار صُلب؛ لذا فإنها تأخذ الشكل المستطيل عادةً. وعلى العكس من ذلك، يحيط بالخلايا الحيوانية غشاء مَرِنٌ، ولا يوجد جدار للخلية؛ ومن ثم فإنها تأخذ أشكالاً مختلفةً، فمثلاً قد تكون شديدة الاستطالة ورقيقةً مثل النّيرونات (الخلايا العصبية)، أو تكون ذات شكلٍ يشبه الكعكة مثل خلايا الدم الحمراء، أو مُفَلْطحة الشكل مثل الخلايا المبطِّنةَ لجدارِ الفم من الداخل.

ويرتبط حجم الخلية عادةً بوظيفتها، فخلية البيضة غالبًا ما تكون كبيرةً جدًّا، وهي عادةً ما تكون أكبر الخلايا التي يكوِّنها الكائن الحي. وتتميز هذه الخلية بأنها مَمْلوءة بالغذاء الذي سوف تستخدمه الخلية للنموِّ بمجرَّد أن يتم تخصيبُها. وتميل الخلايا المسئولة عن امتصاص المواد مثل الأكسجين أو الماء إلى أن يكون مسطحها كبيرًا، وهي غالبًا مفلطحة الشكل. وقد تزداد مساحة سطح الخلية عن طريق ما يعرف باسم الزَّوائد الدقيقة، وهي عبارة عن ثَنْيات دقيقة وتجْعيدات في غشاء الخلية.

إلى أي مدى يصل حجم الخلية؟

توجد حدودٌ لما يمكن أن يصل إليه حجم الخلية، فبمجرد أن تصبح الخلية أكبر، فإن حجمها يزداد، ولكن لا يزداد مسطح غشائها الخارجي بالنسبة نفسها، وهذا يسبب مشكلات للخلية، فالخلايا الكبيرة تحتاج لكميات أكبر من الأكسجين والغذاء، ولكن قد لا يكون لغشاء الخلية مساحةُ سطح كافيةٍ لنقل المواد إلى داخل الخلية. وأيضًا، مع كِبر حجم الخلية، فإن مركز الخليَة يصبح أكثر بُعدًا عن الغشاء الخارجي، وهذا يتطلب وقتًا أطول لتتحرك المواد حول السِّيتوبلازم، ويعني ذلك أن هناك حجمًا أمثل لكل نوع من أنواع الخلايا.

الخلايا العصبية

يتركب الجهاز العصبي من خلايا تسمَّى النيرونات أو الخلايا العصبية، وهي تتخصَّص في حمْل الرسائل في صورة نَبضات كهربائية على مَدى الجهاز العصبي. وتوجد بلايين من هذه الخلايا في جسم الإنسان، منها ما يزيد عن 100 بليون خلية عصبية في المخ بمفرده.

المحاور والفُرَيْعات العصبية

تتركب الخلية العصبية من عدة أجزاء تشبه كثيرًا الخلايا الحيوانية الأخرى، مثل غشاء الخلية، والسيتوبلازم، والنواة، إلا أن مظهر الخلايا العصبية يختلف كثيرًا عن الخلايا الأخرى. ويعتبر جسم الخلية هو الجزء الرئيسي من الخلية العصبية، وهو يحتوي على النواة ومعظم السيتوبلازم ، بينما تتركب بقيةُ الخلية العصبية من ألياف عصبيةٍ ، وهي عبارة عن خيوط دقيقةٍ من السيتوبلازم تمتد خارج جسم الخليةِ.

غالبًا ما تتغطى المحاور العصبية بطبقةٍ من مادة «الميلين»، وهي طبقة رقيقة تشبه الطبقة العازلةَ حول سلْك الكهرباء. تتركب مادة «الميلين» من الدُّهون، وهذا يساعد على إسراع نقل النبضات على طول المحور العصبي.

يطلق عادةً على أطول الألياف العصبية اسم المِحْور العصبي، وعلى أقصرها اسم التَّفرعات العصبية والتفرعات الشُّجيْرية. وتحمل هذه الألياف العصبية الرسائل الكهربائية التي تعرف باسم «نبضات» على طول الخلية.

وتتصل التفرعات الشجيرية للخلية العصبية مع تفرعاتٍ شجيرية لخلايا أخرى مُجاورة، وتلتقط هذه التفرعات الرسائل وتمرِّرها إلى التفرعات العصبيّة التي تحملها بدورها مباشرةً إلى جسم الخلية العصبية. وتوجد التفرعات الشجيرية إما على طرفٍ واحدٍ أو على طرفَي الخلية العصبية، وتنتقل الرسالة من جسم الخلية على طول محور الخلية العصبية.

وتعتبر الخلايا العصبية (النيرونات) أطول خلايا الجسم وأكبرها عمرًا، إذ تظل لديْك بعضُ الخلايا العصبية كما هي على امتداد عمرك، بينما تموت الخلايا الجسدية الأخرى وتُستبدلُ بخلايا أخرى جديدةٍ، وهذا لا يحدث للخلايا العصبية، فإذا ماتت واحدةٌ لا يتم تعويضها. وفي الحقيقة، فإن جسمَك يحتوي على عدد أقل من الخلايا العصبية مع تقدُّمك في العمر، مُقارنةً بمرحلة عمرك المبكِّرة. وقدّ تكون الخلايا العصبية كبيرة الحجم للغاية، فالخلية العصبيّة الحساسة الواحدة على طرف إصبعك ذات محورٍ عصبي، يمتدُّ على طول ذراعك.

رواد العلم: شليدن وشوان

أجْرى كل من ماتيس چاكوب شليدن (1882 ـ 1810) وتيودور شوان بعضَ الدراسات المبكرة للخلية، ففي عام 1838 اكتشف شليدن أن جميعَ الأجزاء المختلفة من النباتات مكوَّنة من خلايا، وأظهرت أبحاثُه أن النواة هي مركز التحكُّم في الخلية. كما أوضح شوان أن بعض الكائنات الحية وحيد الخلية، والبعض الآخر عَديد الخلايا. واكتشف أيضًا أن البيْضة هي خلية واحدة، كما لاحظ أنه بعد الإخصابِ تنقسم البيضة انقساماتٍ متتالية لتكوين كائنٍ حي معقدٍ.

خلايا عصبية للإحساس والحركة

يوجد في الجسم عِدَّة أنواعٍ من الخلايا العصبية (النيرونات)، منها خلايا خاصة بالإحساس وخلايا خاصَّة بالحركة. تحمل الخلايا العصبية الخاصة بالإحساس النبضاتِ من مستقبلات الإحساس إلى المُخِّ أو الحبل الشَّوْكي. ومستقبلات الإحساس عبارةٌ عن خلايا تكتشف التَّغيرات في الوسط المحيط، منها مثلاً الخلايا المُسْتقبلة للألم، والخلايا المستقبلة للحرارة في الجلد. وتحمل الخلايا العصبية المحرِّكة الرسائل من المخ أو الحبل الشوكي إلى العضلات.

ومن الأمثلة الجيدة لكيفية العمل الجماعيّ للخلايا العصبية الانعكاسُ النخاعي، والانعكاس هو الاستجابة الفوريّة لشيءٍ ما، فمثلاً إذا لمست بأصبعك جسمًا ساخنًا فإنه يبتعدُ عنه في الحال، دون أن تفكر أنت في عمل شيء ما، فلقد حدث ذلك بطريقة تلقائية. ولقد صُممت الانعكاسات لحمايتك، وهي لا علاقة لها بالمخ؛ لأن ذلك يتطلب وقتًا طويلاً لكي تحمل الرسالة على طول الطريق إلى المخ، ثم العودة. وبدلاً من ذلك، فالرسائل الانعكاسية تحمل على طول عُقْدة بسيطة، تحتوي على خلايا عصبية حسية، وأخرى حركيّة، بالإضافة إلى الحبل الشوكي. فعندما تلمس شيئًا ساخنًا، فإن مستقبلات الإحساس في طرف أصابعك تكتشف الحرارةَ وترسل الرسالة على طول الخلية العصبية الحسية إلى الحبل الشّوكي، ثم تعبر الرسالة إلى الخلية العصبية الحركية التي تحمل الرسالة إلى عضلات الذراع، فتنقبض العضلات ساحبةً الأصبع بعيدًا عن الجسم الساخن.

المخ

المخ البشري عبارة عن كتلة رمادية ـ حمراء ورْدية اللون، يتركب من حوالي 10 بلايين خلية عصبية، جميعها متصلة ببعضها البعض. والمخ هو مركز التحكُّم في الحركة والنوم والجوع والعطش، وجميع العمليات الأخرى تقريبًا اللازمة لحياتنا. والجزء الأكبر من المخ يتركب من نِصْفي كرة، ويوجد فيه الإحساس بالمشاعر والذَّاكرة، وهناك أجزاء مختلفةٌ منه ذات وظائف متخصِّصة، مثل مناطق خاصة بالإبصار، وأخرى خاصة بالكلام، وثالثة خاصة بالذاكرة، ورابعة خاصة بالشخصية. أما المخيخُ، فإنه يتحكم في تواصل حركة الجسم، ويتحكَّم النخاع المستطيل في نبضات القلب والتنفس.



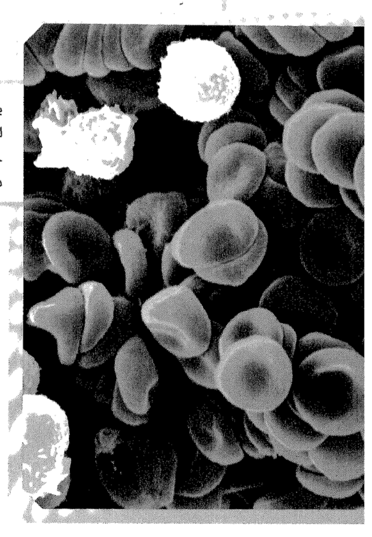
يزنُ مخ الإنسان البالغ نحو 1.5 كيلوجرام، وهو ذو مسطح شديد التجاعيد، وينشقُّ عند منتصفه إلى نصفين يُطلقُ على كل منهما اسمُ نصف الكرة المخي، ويرتبط نِصْفا الكُرة المخيان ببعضهما البعض، ويقع النخاع المستطيل أسْفل المخ.

هل تعلم..؟

يحاط المخ بثلاثة أغشية تحميه، يطلق عليها اسم «السّحايا». يحتوي الغشاءان الداخليان على سائل، يعمل على امتصاص الصَّدمات ويحمي المخ من الأضرار الطبيعية. يتسبَّب مرض الالتهاب السحائي عن بكتيريا أو ڤيروس يصيب الأغشية، حيث تنتفخُ الأغشية وتلتهب. وهناك أنواع من الالتهاب السحائي شديدة الخطورة، وتحتاج إلى سرْعة علاجها.

الدم

يتركب الدُّم من سائلٍ يعرف باسم البلازما، وهو يحتوي على ثلاثة أنواعٍ من الخلايا، هي: خلايا الدم الحمراء، وخلايا الدم البيضاء، والصَّفائح. ويلعبَ كل نوعٍ من هذه الخلايا دورًا معينًا في الجسم.



يوجد ما بين 4 و 6 ملايين خلية دم حمراء لكل ملليمتر مكعبٍ من الدم، بينما يتراوحُ عدد خلايا الدم البيضاء بين 5000 و 6000 خلية دم بيضاء.

خلايا الدم الحمراء

تعتبر خلايا الدم الحمراء أكثر الخلايا عددًا في الدم، وهي تقوم بالتقاط الأكسجين في الرئتين وحمله إلى خلايا الجسم الأخرى. ولكي تتمكَّن هذه الخلايا من أداء وظيفتها فهي تحتوي على بروتينٍ يعرفُ باسم هِيموجُلوبين، يمكنه التقاطُ الأكسجين. ويستطيع كل جزيء هيموجلوبين التقاط أربعة جزيئات أكسجين. ويتلوَّن الهيموجلوبين باللون الأحمر، وهذا ما يجعل الدم يكتسب اللونَ الأحمر.

وخلايا الدم الحمراء مستديرة الشكل، وعلى عكس أغلب الخلايا الأخرى لا تحتوي خلايا الدم الحمراء على أنوية؛ نظرًا لعدم احتياجها إليها بسببِ فترة حياتها القصيرة. ويؤدي غياب النواة في هذه الخلايا إلى اكتسابها شكلاً غائرًا، مشابهةً في ذلك قطعَ الكعك، فتظهر حوافُّها أكثر سمكًا من مرْكزها. ويؤدي غياب النواة إلى وجود حجم أكبر للهيموجلوبين، ويعمل الشكل المضْغوط على زيادة مسطَح الخلية، وبالتالي زيادة قدرتها على التقاط الأكسجين. وخلايا الدم الحمراء شديدة المرونة، وهي قابلة للطَّي والانثناء لتتمكن من عبور أضْيق الأوعية الدموية والشعيرات الدموية. ويمكن لخلية دم

حمراء واحدة فقط أن تُضْغط داخل شعيرة دموية في وقتٍ ما، وهذا يعني خروجَ الأكسجين منها وانتشارَه داخل خلايا الجسم.

ويتم تصنيعُ خلايا الدم الحمراء في نُخاع العظام، وأثناء تكوين هذه الخلايا تفقد نواتها وأغلب مُحْتوياتها من السيتوبلازم. وتصل فترة حياة خلية الدم الحمراء إلى حوالي 120 يومًا، وخلال هذه الفترة تدور مع تيَّار الدم باستمرار، وعندما تتقدَّم في العمر تصبح غير قادرةٍ على أداء وظيفتها، وحينئذ تصل إلى الكبد حيث يتم تحليلُها.

التدريب على الارتفاعات العالية

عندما تصعد عاليًا في الجبال، يتناقص مُحْتوى الأكسجين في الهواء، ويصبح التنفس أكثر صعوبةً، ولكن إذا مكثت فَترة في هذه المرتفعات العالية، فإن جسمك يتوازن ويقوم بإنتاج مَزيدٍ من خلايا الدم الحمراء، وهذه الكثْرة من خلايا الدم الحمراء تساعد الجسمَ على التقاط أكسجين أكثر. ويعمدُ الرياضيون إلى ارتياد الجبال للتدريب، حيث تؤدي الارتفاعات العالية إلى زيادة عدد خلايا الدم الحمراء في أجسامهم، وعندما يعودون إلى مُسْتوى سطح البحر، يظل لديهم عددٌ أكبر من خلايا الدم الحمراء فيتحسَّن أداؤهم في المسابقات.

يتسلق متسلِّقو الجبال أعلى جبال العالم حيث يصعبُ التنفس ؛ لذا يجب أن يكونوا شديدي الحرص.

هل تعلم ..؟

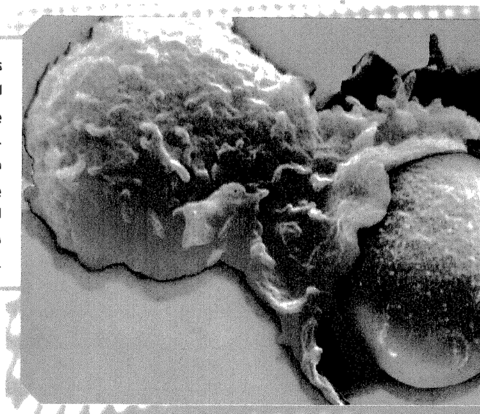
يحتوي دم الشخص البالغ على نحو 25 تريليون خلية دم حمراء، ويتم استبدالُ ثلاثة ملايين خلية حمراء كل ثانية. وتحتوي كل خليةٍ حمراء على 280 مليون جزيء هيموجلوبين، ويمكنها التقاط 1,120 مليون جزيء أكسجين.

خلايا للحماية والتئام الجروح

خلايا الدم البيضاء

تحمي خلايا الدم البيضاء الجسم من الأمراض، وهذه الخلايا مُستديرة الشكل وتحتوي على نواة، ونحن لدينا عددٌ من خلايا الدم البيضاء أقل من خلايا الدم الحمراء، فقطرة الدم الواحدة تحْتوي عادةً على ما بين 5000 و 9000 خلية دم بيضاء، إلا أن هذا العددَ يتزايد كثيرًا أثناء المرض. وتُصنع هذه الخلايا في نخاع العظام، وتمتد فترة حياتها بين 13 و 20 يومًا، وبعد ذلك تهدم.

وتتم متابعةُ عدد خلايا الدم البيضاء كإحْدى عَلامات المرض، فعندما تغزو الميكروبات، مثل البكتيريا أو الڤيروسات، الجسم، فإن خلايا الدم البيضاء تكون لها بالمِرْصاد، وذلك بمهاجمتها بعدة طرق. تنتج بعض خلايا الدم البيضاء مواد تسمى الأجسام المضادة، حيث تلتصق هذه الأجسام بالميكروبات الضّارة وتدمرها، بينما تحيط أنواع أخرى من خلايا الدم البيضاء بالميكروبات وتقضي عليها، وتعرفُ خلايا الدم البيضاء هذه باسم «النِّيوتروفيلات».



تسعى خلايا الدم البيضاء، التي تعرف باسم النيوتروفيلات، خلف البكتيريا المُعدية، فإذا وجدت واحدةً منها، ينساب غشاؤها حول البكتيريا ويسحبها إلى داخل خلية النيوتروفيل، حيث يتم هضمها.

إذا استطاعت الميكروبات الضارة دخول الجسم، وبدأ عددها في التزايد، فإن أعداد خلايا الدم البيضاء تتضاعف هي الأخرى. ويؤدِّي وجود الميكروبات الضارة في الجسم إلى إطلاق خلايا الدم البيضاء لمادة تُنَشِّط نخاعَ العظم؛ لإنتاج مزيدٍ من خلايا الدم البيضاء. وفي خلال ساعاتٍ قليلة، يتضاعف عدد خلايا الدم البيضاء الباحثة عن الميكروبات. وبمجرد أن يتم التخلصُ من جميع هذه الميكروبات، تتناقص أعداد خلايا الدم البيضاء بسرعة؛ لتصل إلى معدلها الطبيعي. ومن ناحية أخرى، فإن استمرار وجود عددٍ كبير من خلايا الدم البيضاء في الجسم لفترة طويلةٍ قد يعرِّضه للإصابة بمرض سرطان الدم (اللوكيميا)، حيث تحتوي قطرة دم المريض بهذا المرض على ما يزيد عن 50,000 خلية دم بيضاء.

الصفائح الدموية

إذا تلفَ وعاء دموي، فإن الجسم قادر على وقْف نزيف الدم، فعلى سبيل المثال، إذا جرحت نفسَك، فإن الصفائح الدموية تلعب دورًا مهمًّا في تجلُّط الدم. وعندما يبدأ النزيف، تتجمَّع الصفائح الدموية عند الجرْح، وتحاول وقف تدفق الدم عن طريق تكوين جلْطة. تبدأ الجلطة في التكون عندما يتعرَّض الدم للهواء، وحيث إن صفائح الدم حساسة للهواء فإنها تتمزَّق وينساب منها كيماويات تنشط تكوين خيوطٍ رقيقةٍ تكوِّن مع بعضها شبكةً مثقَّبةً. وتحجز هذه الشبكة خلايا الدم داخلها، وعندما تتصلَّب هذه الشبكة، فإنها تكوِّن قشرةً.

رواد العلم: ريتشارد لور ونقل الدم

ينقذ نقل الدم حياة الآلاف كل يوم. يتلقَّى الإنسان الدم إما أثناء عملية نقل الدم، أو خلال إجراء عمليةٍ جراحية. ويعتبرُ «ريتشارد لور» أوَّل من قام بعملية نقل دم ناجحة، وكان ذلك عام 1666، عندما نقل دمًا من كلبٍ إلى آخر. وفي السنوات التالية أجرى عمليةَ نقل دم ناجحةً على البشر باستخدام دم من الأغنام.

وفي عام 1795، أجرى فيليب سينج فيسيك أول عملية نقلِ دم بين البشر، وكان ذلك في فيلادلفيا بالولايات المتحدة الأمريكية.

كيف تصبح الخلايا مُتخصصةً؟

تعتبر عملية التخصص شديدة التعقيد، إذًا كيف تتغيَّر الخلية وتصبح مُتخصصةً لمختلف الوظائف؟

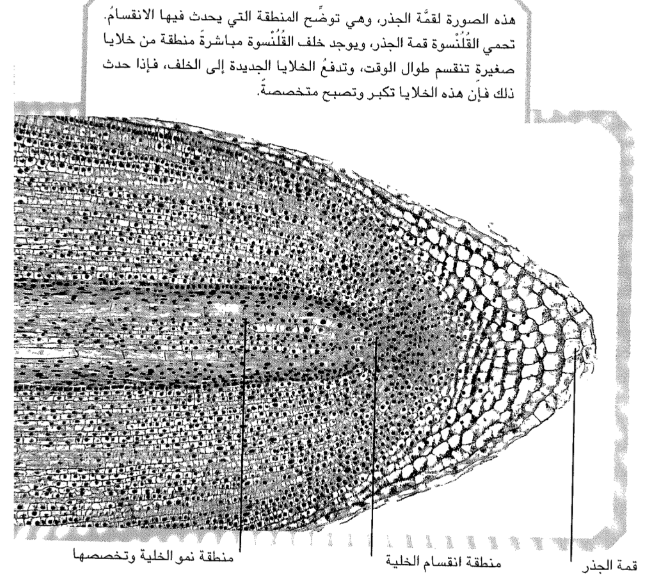
تخصص الحيوان

تتشابه الخلايا الأولية التي يُكوِّنها الجنين، فخلية البيضة المخصبة تنقسم إلى خليتين متماثلتين، ثم إلى 4 خلايا، ثم إلى 8 ، ثم إلى 16 خلية.. وهكذا. وتماثل كل خلية جديدة الخلية الأمِّية تمامًا، وتسمَّى عملية انقسام الخلية بالانقسام الميتوزي (انظر صفحة 37). وعندما يستكمل الجنين انقسامَ خلاياه حتى تصبح حوالي 100 خلية، فإنه يدخل في مرحلة مختلفة، حيث تبدأ خلاياه في تغيير شكلها، وتصبح الخلايا مختلفةً وتؤدي وظائف جديدةً. وما إن تصبح الخلية متخصصةً، فإنها تفقد بعض تراكيبها، وقد تحصل على تراكيبَ جديدة. فعلى سبيل المثال الخلايا التي سوف تصبح خلايا دم حمراء ، تفقد أنْويتَها، بينما تنمو من الخلايا العصبية امتداداتٌ سيتوبلازميَّة. ويوجد في الجسم البشري حوالي 200 نوع مختلف من الخلايا، اشتقت جميعها من خلية بيضة مخصبة واحدة.

ويقوم العلماء بدراسة الأجنة في مختلف مراحل تطوُّرها ليتعرفوا مراحلَ التغير، وهم يعتقدون أن الخلايا تعرف كيف تتغير من مواقعها في الجنين، ومن نوْعية الخلايا المحيطة بها. فعلى سبيل المثال، فإن الخلية الموجودة على سطح الجنين سوف تصبح خلية جلد، بينما الخلية الموجودة في اتجاه مركز الجنين سوف تتغير إلى خلية مبطِّنة للجهاز الهضمي. وتتشكل الخلايا العضلية من خلايا تقع في مُنْتصف الجنين، كما أن الكيماويات المنتجة تتحكم أيضًا في هذا التغيير.

هذه الكرة من الخلايا عبارة عن جنين. وفي هذه المرحلة تكون جميع الخلايا متماثلةً، وهي تنقسم انقسامًا ميتوزيًّا لتكوِّن خلايا متماثلةً.

هذه الصورة لقمَّة الجذر، وهي توضِّح المنطقة التي يحدث فيها الانقسامُ. تحمي القُلُنْسوة قمة الجذر، ويوجد خلف القُلُنْسوة مباشرةً منطقة من خلايا صغيرة تنقسم طوال الوقت، وتدفعُ الخلايا الجديدة إلى الخلف، فإذا حدث ذلك فإن هذه الخلايا تكبر وتصبح متخصصةً.



التخصص في النبات

تصبح خلايا النبات أيضًا متخصصةً، حيث تتكون الخلايا الجديدة في مناطق محددة فقط في النبات، على سبيل المثال في المجموع الخضريّ وقمم الجذور والبَراعم. وفي هذه المناطق يتكرر انقسام الخلايا غير المتخصصة مكوِّنة خلايا جديدةً. وعندما تتكون خلية جديدة، فإنها تدفع الخلايا الأكبر عمرًا منها بعيدًا، ثم تستطيل الخلية الجديدة وتظهر داخلها فجْوة. وما إن تدفع الخلية بعيدًا عن منطقة الانقسام فإنها تبدأ في التخصص لكي تؤدِّي وظيفة معينةً، مثال ذلك الخلية الأنبوبية الغِرْبالية تقوم بنقل السكر؛ لذا فإن هذه الخلية تفقد نواتها، وينضغط السيتوبلازم على جوانب الخلية، وهذا يتيح مساحةً أكبر لحركة السكر عبْر الخلية. وتتميز هذه الخلية أيضًا بأنها ذات شكلٍ مستطيل، وبنهايات الجُدر الخلوية ذات الثقوبِ الدقيقة تسمح للسكر بالحركة من خلية إلى الخلية التالية.

الخلايا والأنسجة والأعضاء

لا تترتَّب الخلايا في الكائن متعدد الخلايا عَشوائيًّا، ولكنها تنظم بدقة فائقة في أنسجةٍ وأعضاء وأجهزةٍ.

الأنسجة والأعضاء والأجهزة

يتكون النسيج من مجموعة من الخلايا المتماثلة التي تعمل معًا لتؤدي وظيفةً محددةً، مثال ذلك النسيج العضلي أو العصبي. وتتجمَّع الأنسجة معًا في أعضاء، والعضو هو تركيب يحْتوي على نوعين مختلفين من الأنسجة على الأقل، وهي تعمل معًا لغرضٍ واحدٍ مشتركٍ. ويوجد في الجسم الكثير من الأعضاء المختلفة، التي تشمل كبدكَ وكليتيك وقلبك، حتى جلدك فهو عضو. تعتبر المعدة - على سبيل المثال - عضوًا يتكون من أنسجةٍ تفرز إنزيمات هاضمةً، كما يوجد بجدار المعدة نسيجٌ عضلي وأنسجة ضامَّة تربط جميع هذه الأنسجة معًا.

وتعمل مجموعات الأعضاء معًا لتؤدي مختلف الوظائف الحيوية للجسم، ويطلق على كل مجموعة اسم جهاز، مثال ذلك الجهاز الهضمي الذي يشمل الفم والمعدة والبنكرياس والأمعاء الدَّقيقة والغليظة، بينما يتركب الجهاز البولي من الكليتين والمثانة، وهناك أجهزة مهمَّة أخرى في الجسم مثل الجهاز الدموي، والجهاز التكاثري (الجِنْسي)، والجهاز التنفُّسي.

النسيج العضلي

تتركب العضلات من أنسجةٍ عن طريق التقلُّص أو الانقباض. ويحدث ذلك بسبب احتوائها على أليافٍ مكوَّنة من بروتين، ومع ذلك فإن عملية الانقباض تتطلب استهلاكَ كَميةٍ كبيرةٍ من الطاقة لأن خلاياها تحتاج إلى إمدادٍ مستمرٍّ من الغذاء والأكسجين الذي ينقل إليها عبْر الأوعية الدموية.

وتوجد ثلاثة أنْواع من الأنسجة العضلية في الجسم البشري، هي الأنْسجة العضلية المخطَّطة أو الهيكلية، والأنسجة العضلية الملساء، والعضلة القلْبية.

وتتصل العضلة المخططة بعظام الهيكل العظمي، مثل العضلات ذات الرَّأسين أو العضلات ذات الثلاث رءوس الموجودة في الذراع، حيث يمكنك التحكم في هذه

العضلات. وترجع تَسْمية العضلة المخططة بهذا الاسم إلى طريقة ترتيب الخلايا فيها، حيث تعطيها الشكلَ المخطط. ويعتبر هذا النمط من الأنسجة غير مألوف؛ لأنه لا يظهر مُقَسَّمًا إلى خلايا على طول العضلة، وبدلاً من ذلك توجد حزمٌ من أليافٍ طويلة. وعندما تنقبض هذه الألياف تصبح العضلة بكاملها أقصر.

وتوجد العضلات المَلْساء في بعض مناطق الجسم، مثل جدار المعدة والأمعاء والمثانة. ويمكن لهذا النَّمط من العضلات الانقباض على نفسه، وبعكس الحال في العضلة المخططة؛ فأنت لا تستطيع التحكمَ في العضلة الملساء. وتنقبض عضلة جدار المعدة ببطءٍ لتخلط الطعام داخلها، بينما تدفع العضلات المَلْساء الطعام في الأمعاء على امتدادها.

ولا توجد عضلة القلب إلا في القلب، وهي تنقبض وتنبسط بصورةٍ إيقاعيّة على امتداد حياة الإنسان، وهي لا تتعب أبدًا، ولا تحتاج إلى أعصابٍ لتنقبض، ومع ذلك فإن الرسائل العصبية الواردة من المخ إلى القلب يمكن أنْ تسرعَ أو تقلل من ضربات القلب.

تستخدم العضلات المخططة لتحريك عظام الجسم. تتركب هذه العضلات من أليافٍ طويلةٍ، وتُمد جيدًا بأوعية دموية تحمل الأكسجين.

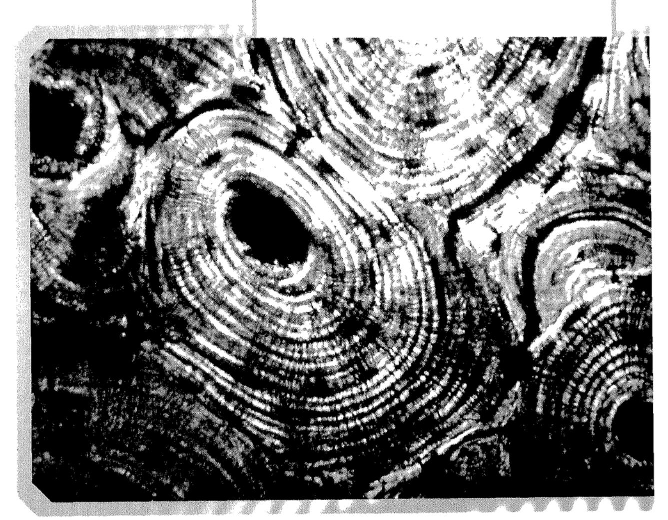
هل تعلم ..؟

تمثل العضلات حوالي 40% من وزْن الإنسان البالغ.

النسيج العظمي

يتكون الهَيْكل البشري من عظام وغَضاريف، وقد لا تصدِّق أن العظام نسيج حي، ولكنها كذلك، وهي تحتوي علىّ خلايا وأوعية دموية. ويتكون الجزء الأكبر من العظام من مركب يسمَّى فوسْفات الكالسيوم، ويعمل هذا المركبُ على جعل العظام شديدة الصَّلابة، ويعطيها لونَها الأبيض. وبالإضافة إلى ذلك يوجد بالعظام عددٌ كبير من الألياف الكولاجينيّة، وهو نوع من البروتين يعطى ويجعل بعض العظام مرنةً.

إذا فحصت نسيجًا عظميًّا كثيفًا تحت المجهر، فسوف تجده مركبًا من حلقاتٍ من الخلايا المَطْمورة في مادة بَيْنِ خلوية تتركب من فوسفات كالسيوم وكولاجين الذي يعطي العظم صلابتَه.



تتركب العظمة من طبقة من النسيج العظمي المُدْمج تغطي السطح الخارجي، وطبقة من النسيج العظمي الإسْفنجي أسفلها. ويحتوي النسيج الإسفنجي على مسافاتٍ عديدةٍ بين شَظايا العظم، وهي ممتلئة بالدم. يحمل الدم الأكسجين والغذاء إلى الخلايا في نسيج العظم، كما تساعد مسافاتُ العظم الإسفنجي على جعل العظام أخفّ وزنًا. ويوجد في مركز العظام فراغٌ ممتلئ بالنخاع، وهو نسيج طري يحتوي على كثيرٍ من الأوعية الدموية، وهنا يتم تصنيعُ خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء والصفائح الدموية.

نسيج الرئة

يعمل نسيج الرئة على مساعدة خلايا الدم الحمراء في التقاط الأكسجين، وتعتبر الأكياس الدقيقة في الرئة التي تعرف باسم الحُوَيْصلات الهوائية هي العنصرُ الأكثر أهمية. يتكون جدار الحويصلة الهوائية من طبقة واحدة من الخلايا الطلائية ، وهي خلايا مفلطحة ذات مساحة سطح كبيرة، ويمكن للغازات أن تعبرها بسهولة. يحيط بالحويصلات الهوائية من الخارج أعدادٌ كبيرة من الأوعية الدموية الدقيقة التي تُعْرفُ باسم الشعيرات الدموية. يدخل الهواء الرئة فيملأ الحويصلات الهوائية، وينتشر أكسجين الهواء خلال جُدُر الحويصلات الهوائية إلى داخل الشعيرات الدموية، حيث تفرز بعض خلايا الحويصلات الهوائية سائلاً يساعد الأكسجين على الانتشار بسهولة أكبر عبر الخلايا. وفي الاتجاه المعاكس ينتشر ثاني أكسيد الكربون الذي يحمله الدم، تاركًا الدم ومنتشرًا عَبْر جدار الحويصلات الهوائية إلى الهواء، ثم يخرج هذا الهواء إلى خارج الجسم عن طريق عملية الزفير.

الأطفال المُبْتَسرون

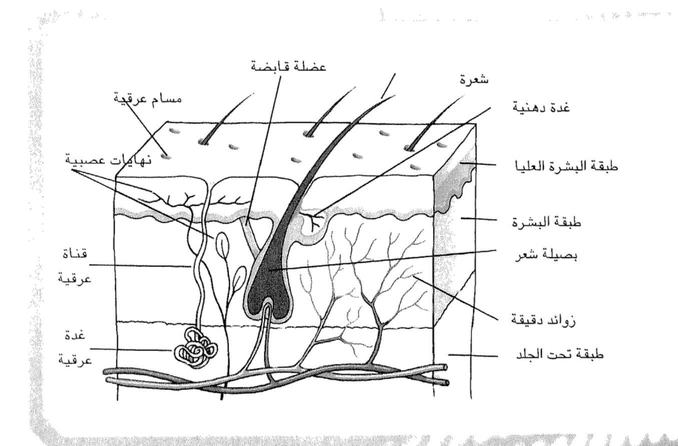
من أكثر المشاكل التي تواجه الأطفال المُبْتَسرين صعوبةُ التنفس نظرًا لولادتهم مبكرًا جدًّا، وعدم تطوُّرِ رئاتهم التي لا يمكنها تكوينَ كمية كافية من مادة هامة للغاية تعرف باسم المادة المبطنة للرئة. وترجع أهمية هذه المادة إلى أنها تسمح للسطح الداخلي للرئة بالتمدُّد عندما يبدأ الطفل في تنفُّس الهواء لأول مرة. وحاليًّا، تتلقى المرأة التي تتعرَّض للولادة المبكرة وتنجب طفلاً مبتسرًا رعايةً طبيةً فائقةً قبل الولادة لتساعد الطفلَ على التنفس. وبعد الولادة مباشرةً، يُعالجُ الطفل بمواد صناعية، تسمح للسطح الداخلي للرئة بالتمدد.

الجلد ـ العضو الأكبر

يعتبر الجلدُ هو العضو الأكبر في جسم الإنسان، وهو يلعب دورًا مهمًّا في حماية الجسم، ويوفر حاجزًا ضدَّ الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتيريا، كما أنه يساعد الجسمَ على التحكم في درجة حرارته.

يتركب الجلد من ثلاث طَبقات: البَشْرة العليا، والبشرة، وطبقة تحت الجلد. وتمثل البشرة العليا الطبقة العُلْويّة (السطحية) من الجلد، وهي تتركب من خلايا شديدة التلاصق ببعضها البعض، مكونة حاجزًا بين داخل الجسم والعالم الخارجي، ويُطلقُ على هذه الطبقة النَّسيجُ الطِّلائي. وتوجد عدة طبقاتٍ من هذا النسيج الطلائي فوق بعضها، حيث تتكون خلايا طلائية جديدة باستمرار عند الطبقة السُّفلى من هذا النسيج، تدفع الخلايا السابق تكوينها إلىّ أعْلى، وعندئذ تصبح الخلايا دهنيةً وصلبةً ، وقد تموت، وتتشكل الخلايا الطلائية القديمة الميتة طبقةً عليا على السطح.

يعتبر الجلد عضوًا معقدًا، وهو مخصص لأداء وظائف متعددة.

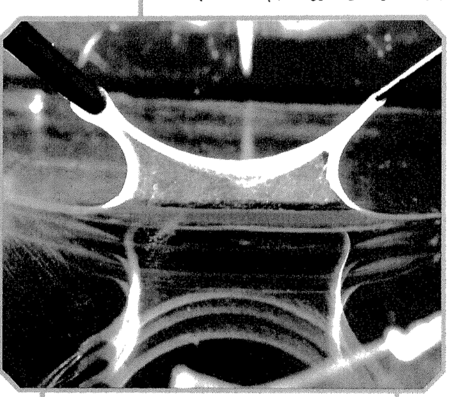


ويوجد الجلد أسفل البشرة، وهو يتركب من ألياف ضامّة صلبة من مادتي الكولاجين والإلاستين التي تدعِّم الجلد وتكسبه المرونة. ومع تقدم الإنسان في العمر، تفقد هذه الألياف مرونتها ويصبح الجلد سائبًا ومجَّعدًا.

أما الطبقة تحت الجلدية فإنها تقع أسفل الجلد، وهي تتركب أساسًا من خلايا ممتلئة بقطراتٍ دهنيةٍ كبيرة، ويطلق على هذا النسيج اسم النَّسيج الدّهني، ويعرف عادة بالدهن. ويساعد النسيج الدهني على مرونة الجلد وعزْله عن البرودة.

حالة للدراسة : علاج الحروق

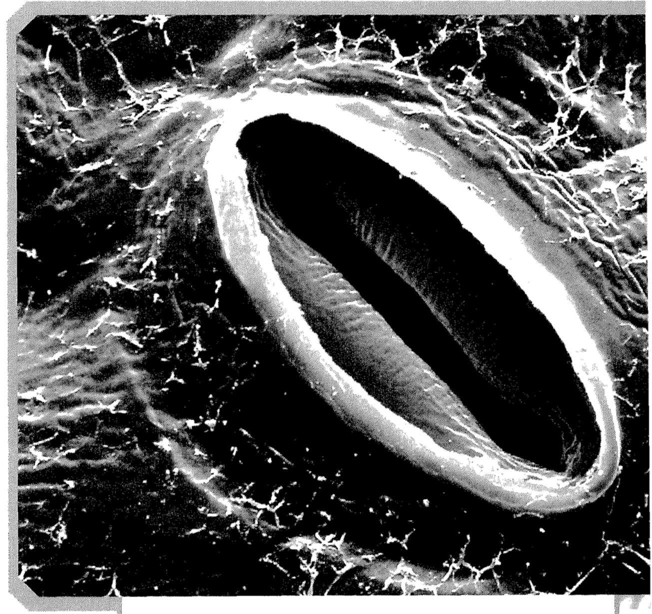
يمكن أن تسبب الحروق أضرارًا رهيبةً، وبعض الحروق تسبب تلفًا لأنسجة البشرة فقط؛ أي لا تتجاوز سطح الجلد، ويمكن للجلد أن يعالج بنفسه أضرارَ هذه الحُروق. إلا أن هناك أنواعًا أخرى من الحروق أكثر خطورةً يتلف فيها الجلد الواقع أسفل البشرة، ولايستطيع الجلد أن يُشْفَى من مثل هذه الأنواع من الحروق؛ لذا يلجأ الأطباء إلى زراعة الجلد. تتضمَّن هذه العملية أخذَ جزءٍ من الجلد السليم من جزءٍ من الجسم وزراعته بدلاً من الجلد التالف. أما إذا عانى شخص ما من حروق تشمل مساحةً واسعة من الجلد، فقد لا يتوافر لديه ما يكفي من جلد لزراعته؛ لذا يلجأ الأطباء حاليًّا لاستخدام الجلد الصناعي الذي يتركب أساسًا من ألياف الكولاجين. ويتم زراعةُ الجلد الصناعي بنزع الجلد التالف، ثم وضع الجلد الصناعي فوق الجرح. ويساعد الجلد الصِّناعي خلايا الجلد على تكْوين أليافٍ جديدة. وبمرور الوقت تنمو أوعيةٌ دموية داخلَ المنطقة، ويتكون جلد جديدٌ فوق المنطقة التالفة.



هذه الطبقة من البشرة الصناعية تستخدمُ في زراعة الجلد. تساعد هذه التقنية الحديثة الأشخاص الذين تعرَّضوا لضرر الحرائق الشديدة ؛ حيث إنها تقيهم التأثيراتِ الطبيعية طويلة المدَى للحروق.

الأنسجة النباتية

تمامًا مثل الحيوانات، تعتبر أنسجة النبات مَجْموعات من الخلايا المتشابهة التي تؤدي الدَّور نفسه . وتوجد في الأوراق عدة أنواع من الأنسجة، تشمل نسيج البشرة والنسيج الوسطي، كما توجد أنسجة تشترك فيّ عملية نقل المواد بالنبات، وأنسجة أخرى مختلفة في الزَّهْرة والجذر.



تحتوي أغلبُ الأوراق على ثُغورٍ في سطحها السُّفلي. والثغر عبارةٌ عن تجْويفٍ في البشرة محاط بخليتَيْن حارِستين تشبهانِ قِطْعتي السُّجق.

نسيج البشرة

يمثل نسيج البشرة الطَّبقة الخارجية للنبات، وهي تناظرُ الجلدَ في الحيوان. وتتميز خلايا البشرة بأنها مُفْلطحة، وهي تشكل طبقةً للحماية، ويعلوها غالبًا طبقة من الأَدَمة (الكيوتكل) على سطْحها الخارجي. وتتميَّز الأدمة بأنها طبقة شمعية رقيقة، وهي تحمي سطح الورقة، وتساعد على تقْليل كمية الماء المتبخِّرة من سطح النبات. وفي معظم الأوراق يوجد بالبشرة تَجاويف ـ خاصَّة السطح السفلي ـ تعرف باسم الثُّغور توجد بين خلايا البشرة. ويحاطُ كل ثغر بخليتين متخصصتين يطلق عليهما اسمُ الخليتين الحارستين، وهي تعمل على فتح وقفل الثغر. وتسمح الثغور بدخول الغازات مثل ثاني أكسيد الكربون والأكسجين إلى داخل الورقة، كما تسمح بخروج بخار الماء.

نسيج القشرة

يملأ نسيج القشرة بسيطُ التركيب الفراغات في النبات، ويتميز بأن خلاياهُ مستديرة الشكل وشديدة الانتفاخ تشبه البالونات، تتجمَّع هذه الخلايا معًا وتترك مسافات هوائية صغيرة بينها. تعمل خلايا نسيج البشرة على تدْعيم النبات، وتوفر مكانًا لتخزين المواد النباتية المختلفة، مثال ذلك: نسيج القشرة في الجذور يمتلئ بالنِّشا.

النسيج الوعائي

تتخلل الأنسجةَ الوعائية النبات، وهي تتكون من خَشب ولِحاء. ولهذه الأنسجة أهمية كبيرة نظرًا لأنها تقوم بنقل الماء والغذاء داخل النبات، كما توفر للنبات دُعامة حيوية مهمةً، خاصة الخشب. يحتوي الخشب على خلايا تسمى أوعية الخشب، وهي عبارةٌ عن أنابيب مجوَّفة، وتُصنع جُدر هذه الخلايا من اللجنين، وهي مادة شديدة الصلابة، تعمل على منْع نفاذية الجدر الخلوية لهذه الخلايا، مما يمنع حدوث تسرُّب منها. وما إن يمتلئ الجدار تمامًا باللجنين، حتى تموت محتويات الخلية، وهذا يؤدي إلى تكوين أنبوبة مُجوفة تشكل أوعية الخشب. ويتحرك الماء خلال هذه الأنابيب المجوفة التي تدهشك قوَّتها، وهكذا يساعد الخشب على انتصاب ساق النبات واستقامتها. يحتوي اللّحاء على أنابيبَ غرباليةٍ، وهي متأقْلمة على نقل المواد الغذائية داخل النبات. وتتميَّز خلايا الأنابيبِ الغربالية بوجود ثُقوب في جُدرها الطَّرفية تسمح للغذاء بالمرور من خلية إلى أخرى. وتفقد الأنابيب الغربالية أنْويتَها، وهذا يسمح لها بوجود مساحةٍ أكبرَ للغذاء المنتقل.

الأوراق والسِّيقان والجذور

الأعضاء الأساسية في النبات هي الجذر والساق والورقة، ويتكون العُضو النباتي من عدة أنسجةٍ تعمل متضامنةً.

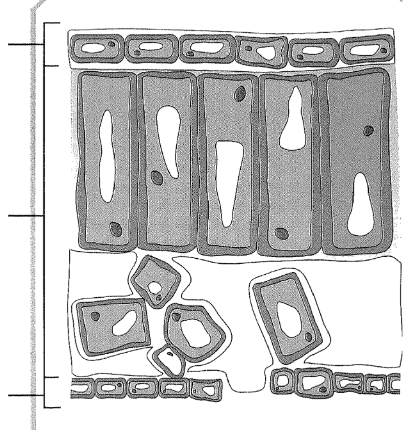
الأوراق

الورقة شديدة الأهمية للنبات حيث تحتوي على معظم نسيج البناء الضَّوئي الذي يصنع الغذاء للنبات. وتحتوي الأوراق على شبكةٍ من العُروق، وهي حُزم من الأنابيب تعْرف باسم الخشب واللحاء. يحمل الخشبُ الماء والأملاح إلى داخل خلايا الورقة، ويحمل اللحاء السُّكريات من الأوراق إلى سائر أجْزاء النبات. ولا يمكن للنبات البقاء حيًّا بدون أوراقه. وتتميز الورقة بأن لها مساحةَ مسطح كبيرة وعادةً ما تكون مفلطحة، وهذا يعني أن الغازات مثل ثاني أكسيد الكربون لا تحتاج للانتقال لمسافةٍ كبيرةٍ للمرور من الهواء إلى الخلايا.

البشرة العليا: طبقة مُفْردة من الخلايا، مغطاة غالبًا بطبقةٍ شمعيّةٍ رقيقة تسمَّى الأدمة (الكيوتكل) لتقلل من فقد الماء.

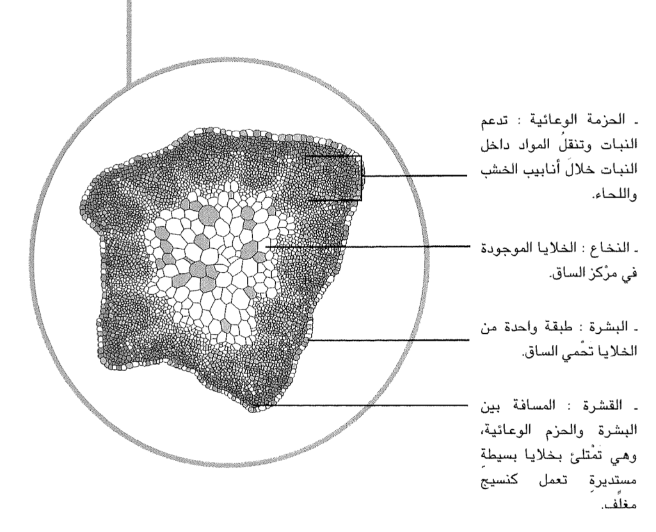
النسيج الوسطي: مكون من طبقتين، النسيج العمادي في الطبقة العليا، والنسيج الإسفنجي في الطبقة السفلى. وتشبهُ خلايا النسيج العمادي شكل طُوبة البناء، وهي تترتب عادةً في طبقتين أو ثلاث طبقات أسفل البشرة العليا. وتتميَّز خلايا النسيج الإسفنجي بأنها مستديرة ومفكَّكة، وتوجد بينها مسافاتٌ بينية كبيرة.

البشرة السفلى: تتكون من طبقة واحدة من الخلايا ذات ثُقوبٍ تعرف باسم الثغور. يتركب الثَّغر من زوجٍ من الخلايا الحارسة تحيط بفتحة الثغر.



السيقان

تحمل السيقان أوراق النبات، كما تترتب بها الحُزم الوعائيّة للخشب واللحاء في حلقة بالقشرة تقدم للورقة المزَيد من الدعم.



الجذور

تؤدي الجذور وظيفتين أساسيتين للنبات، الأولى: تدْعيم النبات بتثبيته في التربة، حيث تعمل الحزمُ الوعائية لأنابيب الخشب واللحاء في مركز الجِذر على مزيد من دعم النبات. أما الوظيفة الثانية فهي امتصاصُ الماء والأملاح عبْر خلايا الشعيرات الجذرية ذات الشكل المميَّز، وهي عبارةٌ عن امتدادات مُتطاولة لخلايا البشرة. يمتص الماء بواسطة شُعيرات الجذر الدقيقة، وينتقل في النبات خلال نسيج الخشب. وتوجد الشعيرات الجذرية خلفَ قمة الجذر.

تكوين خلايا جديدة

النموُّ إحْدى الصفات التي تميز الحياة. ويتضمن النمو الزيادةَ في الحجم، سواء عن طريق زيادة عدد الخلايا، أو عن طريق زيادة حجم كل خلية.

لماذا تنقسم الخلايا؟

هناك حدودٌ لما يمكن أن يصل إليه حجْم الخلية، ولكي ينمو الكائن فإنه يحتاج إلى تكوين خلايا أكثر. تُنتج الخلايا الجديدة عن طريق انقسام الخلية إلى خليتين، وتسمَّى هذه العملية الانقسامَ الميتوزي. وفي هذا النوع من انقسام الخلايا، تحتوي الخليتان الجديدتان على نفس عدد الكروموسومات. مثلهما في ذلك مثل الخلايا الأبَوية، وهي متماثلة معها، وفيما بينها.

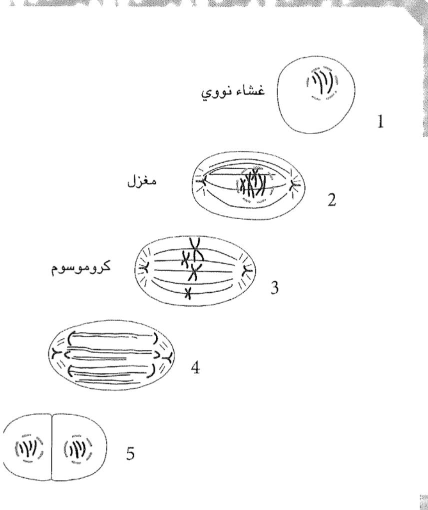
النمو

يحدث النمو في الحيوانات عديدة الخلايا في جميع جسم الحيوان، حتى يصل الحيوان إلى حجْمه الكامل. وفي الحيوانات المعقَّدة مثل الثَّدييات، تحتفظ بعض الخلايا بقدرتها على النمو والانقسام، فعلى سبيل المثال تستمرُّ خلايا الجلد في الانقسام لكي تمدَّ الجلد بصورة دائمة بخلايا جديدة حيث تفقد الخلايا القديمة. وكذلك الحال في خلايا النُّخاع التي تستمر في الانقسام لتنتج خلايا دم جديدة. أما بقية أنواع الخلايا الأخرى فإنها تفقد قدرتها على الانقسام، وهذا يَعني أنه لا يمكن تعويضُ بعض أنواع الخلايا، مثال ذلك خلايا المخ التي لايمكن تعويض ما يموت منها.

وفي النباتات، يحدث النمو في مناطق خاصَّة تعرف باسم الأنْسجة القادرة على الانقسام (الأنسجة الميرستيميّة). ويؤدي انقسام الخلايا في هذه المناطق إلى زيادة طول الفُروع والجذور. كما توجد أيضًا منْطقة نموٍّ صغيرة بين الخشب واللحاء في الحزم الوعائية، وتعمل زيادة انقسام الخلايا في هذه المنطقة على زيادة سُمْك الساق.

الانقسام الميتوزي

في هذا النوع من الانقسام ، تنقسم خلية واحدة مكونةً خليتين متماثلتين، حيث تنقسم النواة أولاً إلى نواتيْن، ويتبع ذلك انقسامُ بقية الخلية إلى خليتين. وعندما تبدأ النواة في الانقسام، تصبح الكروموسومات مرئيةً وتبدو كخيوطٍ داخل النواة. ويتم نسخُ الحمض النَّووي DNA ، فتذهب كل الكروموسومات إلى وسط الخلية حيث تترتَّب، ثم تنفصل عن بعضها، وتذهب كل الكروموسومات إلى الاتجاه المقابل. وفي النهاية ينقسم السيتوبلازم، ويتم تكوين خليتين جديدتين، وتتكون نواةٌ داخل كل خليةٍ جديدةٍ.



مع بداية الانقسام الميتوزي يختفي غِشاء النواة (مرحلة 1) وتظهر خيوط المغْزِل (مرحلة 2). تتحرك الكروموسومات إلى مُنْتصف الخلية (مرحلة 3). يبتعد كل خيطٍ من خيطي الكروموسوم عن الآخر (مرحلة4) ويتحرَّك إلى الناحية المقابلة من طرَفي الخلية. وفي النهاية يتكون غشاء النواة (مرحلة 5). وفي هذه المرحلة النهائية تتكون خليتان متماثلتان.

التكاثر

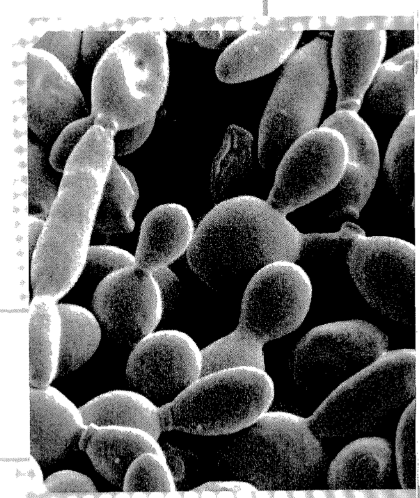
يتكاثر الكائن لكي ينتج أفرادًا جديدةً، وهناك نوعانِ من التكاثر ، هما: التكاثر الجنسي والتكاثر اللاجنسي.

التكاثر الجنسي

تتكاثر الثَّدييات عن طريق التكاثر الجنسي، حيث يشترك في هذا التكاثر فردان، أحدهما ذكر والآخر أنثى. وينتج الذكر خلايا جنسية تسمَّى الحيوانات المنوية، وهي تخصب البُوَيْضة التي تكوِّنها الأنثى. ويختلف الفرد الجديد عن كل من أبَوَيْه.

التكاثر اللاجنسي

يشترك في هذا التكاثر فرد واحد، وهو شائع في الكائنات وحيدة الخلية مثل البكتيريا والأميبا. يتكاثر الكائن الأبويّ عن طريق الانقسام البسيط إلى فردين، ويعرف هذا التكاثر بالانقسام الثنائي، حيث تكون الخليتان الجديدتان متماثلتَيْن مع الخلية الأبوية. وتتغذّى الخليتان الجديدتان وتنموان ، فإذا توافرت الظروف المناسبة، فإنهما يعاودانِ الانقسامَ مرة أخرى.



تنشأ خلية الخميرة الحديثة كبُرْعم على جانب خلية مُكْتملة النمو، وما إن تكبر هذه الخلية الحديثة بدرجة كافية، حتى تنفصل وتصبح خليةً مستقلّةً.

تنقسم خلية الأميبا مرةً واحدةً يوميًّا، أما خلية البكتيريا فإنها تنقسم مرةً كل 20 دقيقة، وذلك في الظروف المناسبة، ويمكن لخليةٍ بكتيرية واحدةٍ أن تصبح مليون خلية في سَبْعِ ساعاتٍ فقط. وتتكاثر الخميرة وحيوان الهَيدرا لا جنسيًّا بالتَّبرعم، حيث يتكون البرعم وينمو، ثم ينفصل ليصبح فردًا جديدًا.

وهناك عديدٌ من النباتات التي تتكاثر لا جنسيًّا، ويستخدم البستانيون هذه الوسيلة من التكاثر عندما يأخذون العُقَل من النباتات. والعُقْلة هي جزء من فرعٍ أُزيلت منه الأوراق، ثم يوضَعُ في التربة حيث تنمو منه الجذور. وبعد ذلك يتكوَّن نبات جديد يماثِلُ النبات الأبوي.

رواد العلم: والتر فليمنج

طوَّر عالم الحيوان والتر فليمنج تقنيةً للصِّبغِ سمحت له أن يراقب ما يحدث للكروموسومات أثناء انقسام الخلية. ولقد مكَّنت هذه التقنية الجديدة للصبغ فليمنج من تتبُّع مراحل انقسام الخلية، والتي أطلق عليها اسم الانقسام الميتوزي. وفي عام 1882 ، تم نشر أبحاثه في كتاب «السيتوبلازم والنواة وانقسام الخلية»، ثم مضت بعد ذلك عشرونَ سنةً ، قبل أن تظهر أهمية بحثِ فليمنج، وذلك عندما أعاد جريجور مندل اكتشافَ قوانين الوراثة.

هل تعلم..؟

أكبر وأصغر خلايا الجسم البشري هي الجَاميتات، أو الخلايا الجنسية. فالخلية الجنسيّة الأنثويّة التي تُعرف باسم البويضة يصل قطرها إلى حوالي 35 ميكرومترًا، وهي يمكن رؤيتها بصعوبة بالعين المجرَّدة، أما الخلية الجنسية الذكريَّة التي تسمَّى بالحيوان المَنوي فإن قطرَها يصل إلى ثلاثة ميكرومترات، وهي أصغر خلايا الجسم البشري.

الاستنساخ

الكائن المُسْتَنسخ هو فرد متطابقٌ وراثيًّا مع فردٍ آخر، ويعني هذا أن كل جزءٍ من أجزاء الحمض النووي DNA هو نفسه بالضبط. وقد يعتقد أن الاستنساخ لا يمكن حدوثُه إلا في المعْمل، إلا أنه يحدث أيضًا في الطبيعة، فالتَّوائم المتماثلة مستنسخةٌ لأنها تتكون عندما تنقسم بويضة مخصبة حديثًا إلى خليتين، وتنمو كل خليةٍ مكونةً فردًا جديدًا. وحيث إن التوائم تنشأ من الخلية نفسها، فالتوأمان متماثلانِ وراثيًّا.

وكذلك الحال في الأفراد المتكونة عن طريق التكاثر اللاجنسي، فهي أيضًا مستنسخة، ويشمل ذلك النباتاتِ التي تتكاثر لاجنسيًّا. فنباتات الفراولة - مثلاً - تنتج أفرعًا تسمى مَدَّادات، تنمو على سطح التربة. ومن هذه المدادات تتكون نباتاتٌ جديدة، وجميعها نَباتات متماثلة وراثيًّا ومستنسخةٌ من النبات الأبوي.

في المعمل

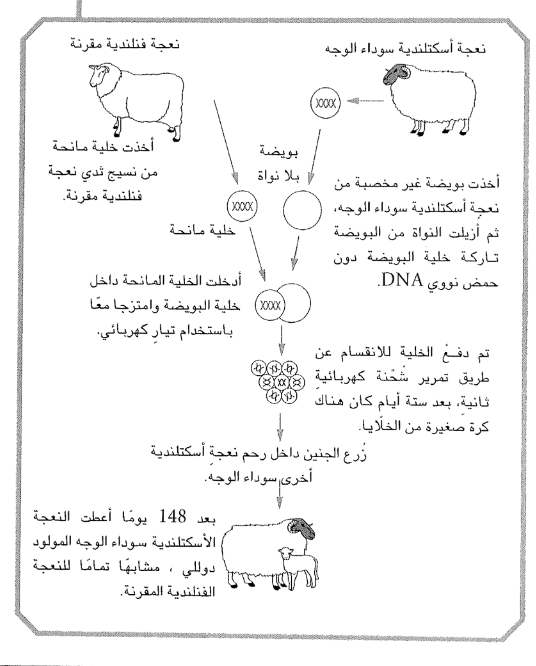
أصبح مصطلح استنساخ مؤخرًا مُصاحبًا لإنتاج نُسخٍ من الحيوانات في المعمل، وأشهر الكائنات المستنسخة هي النعجة «دوللي». تتكَاثر الخراف والنِّعاج جنسيًّا في حياتها الطبيعية، وهكذا يختلف الأبناء عن الآباء، إلا أن النعجة دوللي كانت مختلفةً، فهي نسخة متطابقة تمامًا من أمها.

وهناك طريقتانِ للاستنساخ في المعمل، يُطلقُ على الطريقة الأولى «الاستنساخ الجنيني»، وتعتمد على المراحل الطبيعية التي يتكوَّن بها التوائم المتماثلة. تؤخذ خلية البيضة المخصَّبة، وبمجرد أن يبدأ الجنين في النمو تسحب الخلايا بعيدًا، ويسمح لكل خليةٍ بالنمو لتعطي كل منها جنينًا متماثلاً. وتنمو الأجنة مكونة أفرادًا متماثلة فيما بينها، ولكنها مختلفة عن الأبوين.

أما الطريقة الأخرى فيطلق عليها اسم «نَقْل النواة»، وهي الطريقة التي تمَّ بها استنساخُ النعجة دوللي. وفي المرحلة الأولى من هذه الطريقة يحصل العلماء على بُويْضةٍ غير مُخَصَّبةٍ ويزيلون نواتها، ثم تؤخذ خلية من الحيوان المراد استنساخه، ويطلق على هذه الخلية اسم «الخلية المانحة». تؤخذ نواة الخلية المانحة وتوضعُ داخلَ خلية البويضة الخالية من النواة، ثم تعرَّض الخلية إلى جرعة كهربائية بسيطةٍ لكي تبدأ الخلية في الانقسام وتكْوين كتلةٍ من الخلايا. وبعد ذلك يوضع الجنينَ الجديد في رَحِم أنْثى حيوان، حيث ينموَ حتى يصبح جاهزًا للولادة.

تجربة رائدة: استنساخ النعجة دوللي

تم تخليقُ النعجة دوللي بواسطة فريق من الباحثين قاده أيان ويلموت Ian Wilmut في معهد روسلين بأسكتلندا عام 1996. وكانت أم النعجة دوللي تبلغُ ستّ سنواتٍ، وهي نعجة فِنْلندية مُقْرنة (ذات قرنين). كانت التجربة بالغة الصُّعوبة، وواجه الفريق البحثي الكثير من الفشل، حيث حاولوا وضعَ النواة في خلية البويضة الخالية 277 مرة، ولم يحصلوا إلا على 29 جنينًا، ثم وضعت جميع هذه الأجنة في نعاجٍ بديلة، إلا أن جنينًا واحدًا فقط هو الذي عاش، وكان للنعجة دوللي.



خلايا الجذْع

خلايا الجذْع هي نوع خاصٌ من الخلايا احتفظت بقدرتها على الانقسام على الرغم من أن معظمَ الخلايا غير قادرةٍ على ذلك. وعندما تنقسم هذه الخلايا، تظل إحدى الخليتين خلية جذع، وتتطور الخلية الأخرى لتصبح نوعًا مختلفًا من الخلايا. ويمكن أن تنقسم خليّة الجذع في الجنين البشريّ مكونةً أيَّ خلية مما يزيد عن 200 نوع مختلف من الخلايا. ومع تقدُّم الإنسان في السن، تتناقص قدرتُه على تكوينَ الخلايا، حيث إن خلايا الجذع البالغة لا يمكنها أن تنتج إلا عددًا محدودًا من أنواع الخلايا.

تكوين واستبدال

يعتبر نخاع العظام ـ بصورةٍ خاصةٍ ـ غنيًّا بخلايا الجذع، نظرًا لدور الخلايا الجذعية في هذا المكان في تكوين خلايا الدم البيضاء والحمراء والصَّفائح الدموية. وهناك خلايا جذعية أخرى موجودةٌ في أعضاء مختلفة، مثل الجلد والأمعاء. كما توجد في بعض الأنسجة خلايا جذعية كامنةٌ لحين الحاجة إليها. فإذا تلف نسيج ما، نشطت خلايا الجذع وأصلحت التَّلف، كما هي الحال في نسيج العضلات. وعلى الرغم من ذلك لا تحتوي أنسجة المخّ على أي خلايا جذعية؛ لذا لا يستطيع المخ تكوين خلايا جديدة، ولا تتكون خلايا بديلة عندما تموت بعض الخلايا.

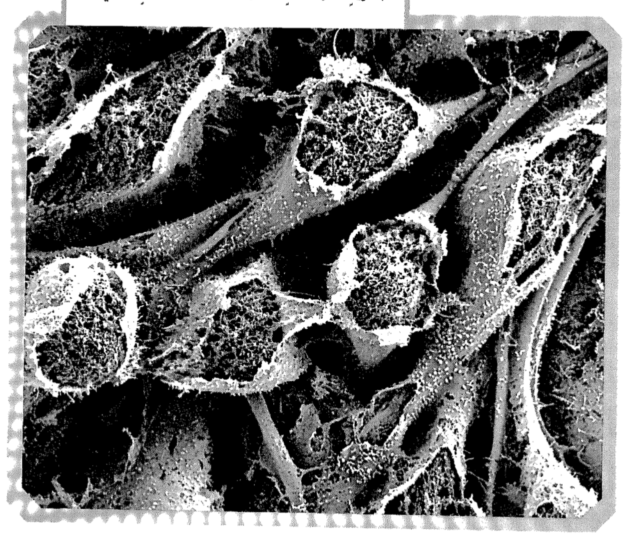
وقد يكون ممكنًا ـ في المستقبل ـ علاجُ بعض الأمراض بواسطة إنماء مصْدرٍ من خلايا جديدة من الخلايا الجذعية في المعمل. وقد يساعد ذلك المرْضى الذين يعانون من الحُروق الشديدة ، أو من أمراض السكر والكبد والقلب، أو من مختلف اضطرابات المخ مثل مرض الشلل الرعاش (مرض باركنسون). ويطلق على هذه الطريقة من العلاج اسم «الاستبدال الخلوي»، حيث يتمُّ العلاج عن طريق حقْن العضو أو النسيج التالف بخلايا سبق إنماؤها في المعمل من خلايا جذعية.

أبحاث خلايا الجذع من منظور أخلاقي

تعتبر خلايا الجذع التي تؤخذ من الأجنة هي الأكثر نفْعًا للأبحاث الطبية، حيث يمكن استخدامها لتكوين مدى واسع من الخلايا المختلفة. تؤخذ الخلايا من أنسجة أجِنَّة بشرية لا يزيد عمرها عن 14 يومًا، وفي هذه المرحلة يصل الجنين إلى حجم النقطة، ويحتوي على حوالي 100 خلية. وهذه الخلايا لم تتخصص بعد، حيث تزال بعض خلايا الجذع ويتم إنماؤها بصورةٍ منفصلةٍ لتعطي المزيد من الخلايا الجذعية.

يعتبر استخدامُ خلايا الجذع أحد إنجازات الطبِّ الباهرة، إلا أنه أثار عديدًا من القضايا الأخلاقية ، التي ما زالت تناقشُ بيْن الحكومات والعلماء والجُمهور، حيث يعتقد البعض أن استخدام الخلايا الجذعية الجنينية اعتداء على حُقوق الآخرين؛ لأن الجنين هو أصل حياة الإنسان، بينما يعتقد آخرون أن أبحاثَ خلايا الجذع ـ إذا استُخدمت أساسًا ـ يمكن أن تقدم مسارًا جديدًا مفيدًا وأخلاقيًّا في أبحاث الطب. وعلى أي حال، فإن القواعدَ التي تحكم التجارب التي تُجْرى على الأجنة البشرية شديدة الصَّرامة، كما أن بعضَ الدول قد أوقفت تمامًا أبحاث الخلايا الجذعية. ومن ناحية أخرى، قد يكون من الممكن تجنُّبُ جميع هذه المشاكل وذلك بأخذ خلايا بالغةٍ من نخاع العظم.

الخلايا المستديرة في هذه الصورة هي خلايا جِذْعية جنينيةٍ، والأبحاث التي تتناول استخدامَ خلايا جذعيةٍ بشريةٍ مَحل خلافٍ ؛ لأنها تتضمن قتلَ جنينٍ بشري.



خلايا خارج السيطرة

في كل دقيقة، تنقسم مائة مليون خلية في الجسم البشري، وفي العادة، يتم انقسام الخلية بطريقة منظمة. إلا أنه أحيانًا، تخرج خلية ما عن السيطرة، وتبدأ في الانقسام مرات عديدة متتالية، وهذا يؤدي إلى وجود كتلة من الخلايا تسمَّى ورمًا، وأحيانًا يمكن أن يؤدي مثل هذا الانقسام إلى سرطان.

السرطان

ينشأ السرطان من خلية واحدة حدث بها طَفْرة، وتغيرت فيها المادة الوراثية التي تحمل الشَّفْرة الوراثية للجسم، وبدلاً من نُضْج هذه الخلية بصورة طبيعية، ثم موتها في النهاية، فإن الخلايا السرطانية تتكاثر دون توقُّف. بعض هذه الخلايا سريع الانقسام للغاية، بينما البعض الآخر ينقسم ببطء، ولكن جميع هذه الخلايا تشترك في صفة واحدة هي عدم التوقف مُطْلقًا عن الانقسام. وفي الحقيقة، إذا أخذت خلية سرطانية من جسم وتركتها تنمو في المعمل تحت ظروف توافر التغذية، فإنها سوف تستمرُّ في النمو والانقسام إلى الأبد.

ويحاول العلماء اكتشاف سبب بداية انقسام الخلية بطريقة لانهائية، ووجدوا في حالاتٍ كثيرةٍ أن ذلك يرتبط بوجود مواد كيميائية في البيئة تعرف باسم المواد المُسَرْطنة، وهي تعمل على توقف الخلية عن عملها المعتاد. فعلى سبيل المثال قد تسبب المواد الكيميائية في دخان السجائر مثل القار والنيكوتين مرض سرطان الرِّئة عن طريق تداخلها مع الجينات التي تتحكم في النمو الطبيعي لخلايا الرئة.

أخذت هذه الصورة بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح، وهي تظهر خلية ثدي سرطانية واحدة.

سـرطان في الجينات

قد يتسبب السرطان عن عامل جيني يُوَرَّث، مثال ذلك بعض أمراض سرطان الثدي ، التي تنتشر في بعض العائلات، حيث ترث المرأة جينات معينة من والدتها ، تجعلها مُهَيأةً أكثر للإصابة بسرطان الثدي.

إنجاز حديث: زراعة نخاع العظم

مرض ابيضاض الدم «اللُّوكيميا» واحدٌ من مجموعة من الأمراض السرطانية المؤثِّرة على الدم. وتوجد عدَّة أنواع من هذا المرض، وجميعها تشترك في تكوين خلايا دم بيضاء غير طبيعية. ويتم علاجُ معظم أمراض السرطان، ومنها مرض ابيضاض الدم بواسطة العلاج الكيميائي والعلاج الإشعاعي. ويستهدف هذا العلاج الخلايا سريعة الانقسام، إلا أن خلايا الجذع السليمة في نخاع العظم قد تتلف بواسطة هذا العلاج، خاصةً في الجرعات العالية من العلاج الكيميائي. وبدون نخاع العظم السليم، فإن المريض لا يستطيع تكوين خلايا دم جديدة؛ لذا يتم زراعة نخاع عظم في المريض بدلاً من الخلايا الجذعية. ولتقليل الأثر الجانبي، يستعمل الأطباء نخاعَ عظام يماثل نخاعَ عظام المريض قدر الإمكان، وبمجرد أن يبدأ المريض في تلقِّي العلاج الكيميائي أو الإشعاعي، فإنه يتلقى أيضًا نخاع عظامٍ من شخصٍ آخر مانح.

هل تعلم ..؟

استخدم كلمة سرطان لأول مرة الطبيب اليوناني القديم أَبُقراط، حيث اعتقد أن الطريقة التي يتصل بها الورم بالجسم تشبه كَلابة السرطان؛ لذلك أطلق على المرض اسم كاركينوس karkinos وهي كلمة يونانية تعني السرطان، ثم تُرجمت هذه الكلمة إلى carcinoma باللغة الإنجليزية، وهي تعني نموًّا سرطانيًا.

الانقسام الاختزالي ـ نوع مختلف من الانقسام

تعتبر خليةُ البيضة والحيوانات المنوية جاميتات، وهي تختلف عن جميع خلايا جسم الإنسان الأخرى. ففي الوقت الذي تَحْتوي فيه معظم خلايا الإنسان على 46 كروموسومًا ، فإن الجاميتات تحتوي على 23 كروموسومًا فقط . تتكون الجاميتات من الخلايا التي تحتوي على 46 كروموسومًا ، إلا أن عدد الكروموسومات في الجاميتات الجديدة يتم تَنْصيفُها عن طريق نوع من الانقسام يعرف باسم الانقسام الاختزالي. ويشبه هذا النظام الانقسام الميتوزي، إلا أنه يتضمن انقسامين متتاليين.

ففي أثناء الانقسام الأول، تختفي النواة وتصبح الكروموسومات مَرْئيةً، ثم يترتب الستة وأربعون كروموسومًا في أزواج، ثم ينفصل كل زَوْج متحركًا إلى أحد أطراف الخلية، بعد ذلك تنقسم بقية محتويات الخلية، وهكذا تحتوي كل خلية جديدةٍ على 23 كروموسومًا. وفي الحال يبدأ الانقسام التالي، وهو يماثل ما يحدث في الانقسام الميتوزي (انظر صفحة 37). تترتب الكروموسومات في منتصف الخلية، ويتكون من كل الثلاثة وعشرين كروموسومًا خَيْطان، ينفصلان ويتحرك كل منهما في الاتجاه المعاكس للآخر في الخلية، وفي المرحلة النهائية تنقسم الخلية، وعند نهاية الانقسام الميتوزي توجد 4 خلايا، يحتوي كل منها على 23 كروموسومًا.

وعندما تخصب خلية البيضة المحتوية على 23 كروموسومًا بحيوان منوي يحتوي هو الآخر على 23 كروموسومًا، يتكون الجَنين الذي يحتوي على 46 كروموسومًا. وإذا لم تتكون الجاميتات بهذه الطريقة، فإن عدد الكروموسومات في الكائن الحي سوف يستمر في الازدياد.

الحمل والأمهات المتقدمات في السن

قد تحدث أخطاء أثناء الانقسام الاختزالي، تؤدي إلى فَقْد الجاميتات لبعض كروموسوماتها، وقد تحتوي على بعض الكروموسومات الإضافية. فإذا حَملت أمهات متقدِّمات في العمر، فإنهن قد ينجبن أبناء ذوي عيوب كروموسومية، ويرجع ذلك إلى تقدُّم عمر خلية البيضة. تتكون خلايا البيضة في مبْيض المرأة منذ كانت جنينًا في رِحَم أمها، وبعد ذلك بعدة سنوات، قد تخصب بعض هذه البويضات، وبسبب طول الفترة بين تكوين خلية البيضة وإخصابها، تتزايد فرصُ حدوث أخطاء.

يولدُ بعض الأطفال مَرْضى بما يعرف باسم مُتلازمة داون Down's Syndrome حيث يكون لديهم 47 كروموسومًا، وهذا يعني وجود كروموسوم زائد عن العدد الطبيعي وهو 46 كروموسومًا. ويختلف مَظْهر هؤلاء الأطفال المرضى، وقد يكون لديهم مشاكل خلال دراستهم؛ لذا يجب على الأمهات المتقدمات في العمر إجراءُ اختبار لمعرفة إمكانية شُذوذ عدد الكروموسومات وحدوث مرض مثل متلازمة داون ، وذلك عندما يكون عمر الجنين بين 15 ـ 20 أسبوعًا. ويتم ذلك عن طريق إدخال إبرةٍ خلال جِدار الرحم، ثم تؤخذ عينةٌ من خلايا السائل المحيط بالجنين (×)، ويتم بعد ذلك فحصُ هذه الخلايا تحت المجهر لتحديد مدى تشوُّه الكروموسومات.



قد يحدث الانقسام الاختزالي في النبات أيضًا. ومن ثمَّ تحتوي الأزهار على الأجزاء المذكرة والمؤنثة، وهي الطّلع والكرابل. يحدث الانقسام الاختزالي داخل الطلع لتكوين حبوب اللقاح، وتوضح النِّقاط الصغيرة ذات اللون البَنفسجي حبوب اللقاح داخل أكياس حبوب اللقاح (المَتوك). ويمكنك رؤيةُ أنْوية حبوب اللقاح ذات اللون الأحمر.

خلية (حبة) لقاح

كيس حبوب اللقاح (متك)

البكتيريا

البكتيريا كائن دقيق وحيد الخلية، ينتشر في كل مكانٍ من يَنابيع الماء الموحلة الساخنة، إلى المناطق القُطْبية المتجمدة. كما أن أعداد البكتيريا كبيرة للغاية، فقد يعيش في فمك الآن عدة ملايين منها. وتتغذّى البكتيريا على مدى واسع من المواد المختلفة، من السكريات والنِّشا إلى الكبريت والحديد. وبعض أنواع البكتيريا شديد التحمُّل، مثال ذلك بكتيريا *Deinococcus radiodurans* التي تتحمل جُرْعات من الإشعاع أكثر بثلاثة آلاف مرة من الجرعة القاتلة للإنسان.

الخلايا البكتيرية

الخلية البكتيرية أكثر بساطةً من الخلية البشرية، فهي تتركب فقط من غشاء خارجي وسيتوبلازم، حتى إنها تفتقر إلى النواة الحقيقية، وبدلاً منها توجد كرة من الحمض النووي DNA في مركز الخلية. وإذا تم فَرْدُ هذا الحمض النووي خارج الخلية في سلسلة طويلة مفردة، فسوف يصل طوله إلى ضعف طول الخلية البكتيرية نفسها بمقدار ألف مرة.

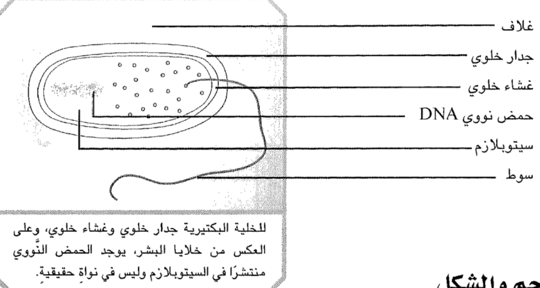
وعادة ما يحيط بغشاء الخلية البكتيرية غُلافٌ يعطيها المزيد من الحماية، كما يقيها من الجفاف.

ولبعض البكتيريا خيط طويل يشبه الذَّيل، يعرف باسم السَّوط، وهو يتصل بالخلية من خارجها، وتستخدمه البكتيريا في الحركة. ويمكن للبكتيريا



خلال ستينيات القرن الماضي، وجدت بكتيريا في الينابيع الساخنة بحديقة «يلوستون» القوميّة، يمكن لهذه البكتيريا تحمل درجات الحرارة العالية، وقد تم دراسة هذه البكتيريا في كثير من المعامل لسنواتٍ عديدة.

التكاثر بالانقسام الثنائي، وإذا توافرت لها كميّات من الغذاء والمكان الوفير، أمكن لها الانقسام مرةً كل 20 دقيقة.



للخلية البكتيرية جدار خلوي وغشاء خلوي، وعلى العكس من خلايا البشر، يوجد الحمض النَّووي منتشرًا في السيتوبلازم وليس في نواةٍ حقيقية.

الحجم والشكل

البكتيريا صغيرة الحجم للغاية، ولا يمكن رؤيتُها بالعين المجرَّدة، ولا بالمجهر الضوئي. فعلى سبيل المثال يتراوح طول خلية بكتيريا القولون *Escherichia coli* بين 1 و 2 ميكرومتر، وهذا يمثل 1/100 من حجم الخلية البشرية.

وللبكتيريا شكل محدد، ويُعتمد على شكلها كإحدى الصفات عند تعْريفها. وتعرف البكتيريا الكروية باسم *cocci*، وقد توجد الخلايا فُرادى، أو في أزواج، أو مُرَتَّبة في سلاسل. فعلى سبيل المثال تكوِّن بكتيريا *Streptococcus* المسبِّبة لالتهاب الحلق سلاسل طويلة من الخلايا الكروية. وتعرف البكتيريا العَصوية باسم bacilli مثال ذلك بكتيريا القولون *E.coli* وبكتيريا *Salmonella*، وبكتيريا *Vibro cholerae* المسببة لمرض الكوليرا، وهي بكتيريا تشبه في شكلها العصا المنحنية.

البقاء

كثير من البكتيريا يمكنه البقاء حيًّا تحت ظُروف بيئية شديدة القَسوة، مثل الجفاف والتجمُّد والحرارة العالية، ويرجع ذلك إلى تكوينها غُلافًا للحماية حول خلاياها، وإلى قدرتها على التَّجرثُم. وتبقى البكتيريا على صورةٍ متجرثمةٍ حتى تتحسَّن الظروف، فإذا أصبحت مواتيةً انشقَّ غلاف الجرثومة، وعادت البكتيريا للنشاط مرةً أخرى. ويمكن لبعض أنواع البكتيريا الحياة لمدةٍ تصل إلى نحو 50 عامًا أو أكثر إذا كانت الظروف مناسبةً.

تقَنية الجينات

تنتج البكتيريا والخميرة وفطريات العَفن منتجاتٍ نافعةً للإنسان، وهي تشمل البروتينات والأغذية مثل الزبادي، والكيماويات مثل الكُحول. وللحصول على مثل هذه المنتجات، يتم إنماء البكتيريا أو الخميرة بكمياتٍ كبيرةٍ في أوعيةٍ ضخمة، ثم يستخلص المنتج وينقَّى. ويعتبر المضاد الحيوي «بنسيلين» واحدًا من أهم مُنتَجات الفطريات، وهو ينتج عن الفطر ويسمى *Penicillium*.

جعل الحياة أسهل

مع التَّطورات الجديدة في تقنية الجينات، أصبح من الممكن الآن تغيير الحمض النووي DNA في الكائنات الحية مثل البكتيريا، حتى تصبح قادرةً على إنتاج أي مادةٍ لا تنتجها بصورةٍ طبيعية. وأحد هذه المنتجات هو الإنسولين. يتحكم الإنسولين في مُسْتوى الجلوكوز (السكر) في الدم، وحيث إن المرضى الذين يعانون من مرض السكر غير قادرين على إنتاج كَميةٍ كافيةٍ من الإنسولين، فإنهم لا يستطيعون التحكم في مستويات جُلوكوز الدم. وإذا لم يعالج هؤلاء، فإن ذلك سوف يسبب مشاكل طبيّةً خطيرةً مثل مرض القلب والفشل الكُلوي والعمى؛ لذا يجب أن يحقن مرضى السكر بالإنسولين لمساعدتهم على التحكم في مستويات الجلوكوز.

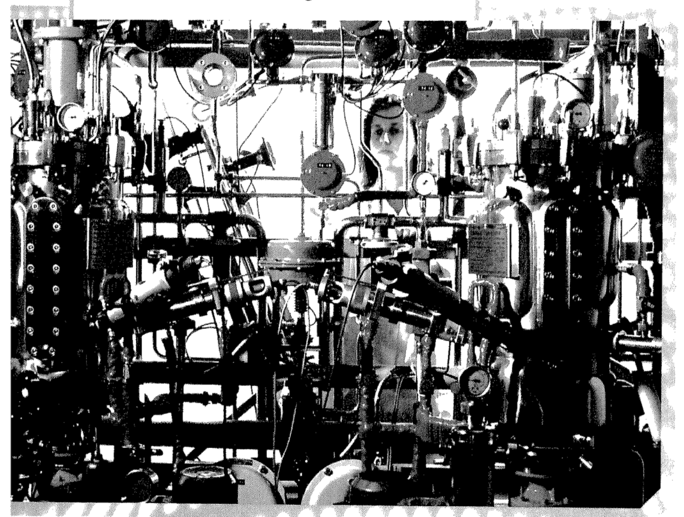
وفي الماضي كان الإنسولين يحضَّر من حيواناتٍ ثديية أخرى، وكان هذا يسبب أعراضًا جانبيةً، أما الآن فلقد تم تحويرُ أنواعٍ من البكتيريا لكي تتمكن من إنتاج الإنسولين البشري. ولا يسبب هذا الإنسولين أعراضًا جانبيةً كبيرةً، ويساعد الكثير من مرضى السكر.

ويستخدم أحد أنواع الخميرة المعدلة جينيًّا (وراثيًّا) في صناعة الجبن. ولقد كانت الطريقة التقليدية القديمة في صناعة الجبن تتم بخلط اللبن مع مادةٍ تسمى المنفحة، وهذا يؤدي إلى انفصال اللبن إلى مادتين، واحدة صُلبة تسمَّى الخثارة، وأخرى سائلة تسمى الشِّرش. ويتم إزالة الخثارة وضغطُها في قوالب لتصبح جبنًا. تحتوي المَنْفحة على إنزيمات تحضر من أمعاء عجول الأبقار الصغيرة بعد ذبحها. ولا يفضل كثير من النباتيين التغذية على جبن يحتوي على هذه المنتجات الحيوانية. يوجد الآن منفحة بديلة تسمى كيموزين، يتم تحضيرها من خلايا خميرةٍ معدلةٍ جينيًّا (وراثيًّا).

وتقنية الجينات ذات فوائد لا يمكن تصورها، وهناك أمثلة عديدة أخرى للكيفية التي يمكن لتقنية الجينات أن تساعدنا بها، وهي تشمل إنتاجَ لُقاحات

لأمراض الكبد المدمَّرة، وإنتاج هُرْمونات النمو البشرية. وتعطى هرمونات النمو البشرية للأطفال الذين لا ينمون بصورةٍ طبيعية، مثل أقرانهم ، وفي الماضي كانوا يحصلون على هذه الهرمونات من أجسادِ المتوفِّين؛ لذا كانت مرتفعة الثمن، وكان قليلون من المرضى هم الذين يمكنهم العلاج بها. أما الآن، فإن البكتيريا المعدلة جينيًا تقوم بإنتاج هذا الهرمون.

توضح الصورة وحدة تخمير (مُفاعل حيوي) تستخدم فيها بكتيريا معدلة جينيًا (وراثيًا) لإنتاج البروتينات للأغراض الطبية.



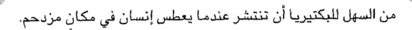
هل تعلم ..؟

تعيش البكتيريا على أو داخل كل مادةٍ وبيئةٍ على الأرض، فعلى كل ملليمتر مربع من جلدك يوجد 100,000 خليةٍ بكتيريةٍ تعيش عليه، ويحتوي مِلْءُ ملعقةٍ صغيرةٍ واحدةٍ من التربة السطحية على أكثر من بليون خليةٍ بكتيرية.

البكتيريا والمرض

تتسبب البكتيريا في حدوث كثير من الأمراض المؤثِّرة على البشر، وهي تدخل الجسم عَبْر الفم أو الأنف أو أي جرح في الجلد. فإذا دخلت البكتيريا جسم الإنسان فإنها تهاجم الخلايا، وتلتصق علّى سطحها وتدمِّرها، كما توجد أنواع أخرى من البكتيريا منتجة للتوكسينات أو السموم، وهذه تضرُّ بالجسم. فعلى سبيل المثال تسبب بكتيريا *Salmonella* تسممًا للأغذية، وهي تفرز سُمومًا تصل إلى الدم وتسبب الإسهال والحُمَّى.

وبمجرد دخول البكتيريا جسم الإنسان فإنها تتضاعف بسرعة هائلة، وتعرف الفترة الزمنية بين حدوث الإصابة وظهور أعراض المرض باسم فترة الحضانة، وقد تكون هذه الفترة بضع ساعاتٍ أو عدة أيامٍ، وربما أسابيع تبعًا لنوع البكتيريا.



من السهل للبكتيريا أن تنتشر عندما يعطس إنسان في مكانٍ مزدحمٍ.

انتشار المرض

كثير من الأمراض البكتيرية أمراض مُعْدية، ويعني هذا انتشارَ البكتيريا من شخص لآخر، حيث يمكن للبكتيريا الانتشار بواسطة قُطَيْرات الماء في الهواء، فعندما يعطس شخص مريض، تنطلق منه ملايين الخلايا البكتيرية في الهواء، وقد يستنشقها شخص آخر، وبهذه الطريقة تنتشر أمراض البرد والإنفلونزا. وقد تلوّث البكتيريا مياه الشرب والغذاء، ويسبب اختلاط مياه الصَّرف الصحي بالأنهار عقبَ الكوارث الطبيعية - مثل الزلازل والفيضانات - انتشار مرض الكوليرا، وهو أحد الأمراض البكتيرية الخطيرة، التي تنتج عن استخدام المياه الملوثة في الشرب والاستحمام وتنظيف أوعية الطهي. وقد تحمل الحيوانات البكتيريا، مثال ذلك البكتيريا المسببة لمرض الطاعون الذي يُنقلُ بواسطة براغيث الفئران.

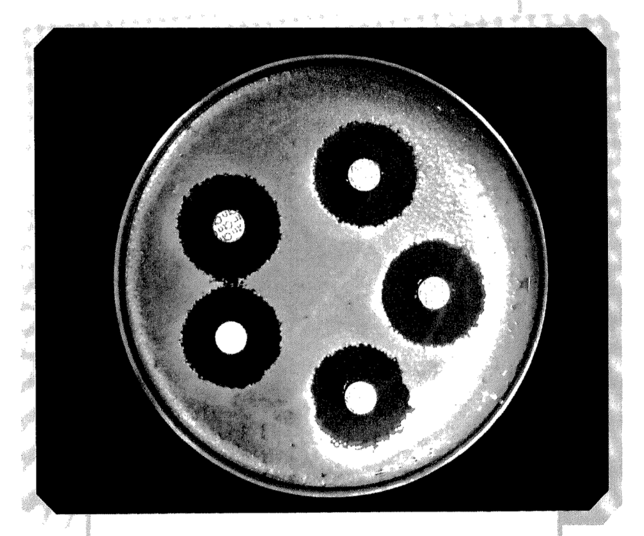
وفي كل عام يموت ملايين البشر بالأمراض البكتيرية، ويعتبر مرض السل (TB) أكثر الأمراض خُطورةً، حيث يصيب الرئتين، ويتسبب في موت ما يزيد عن 3 ملايين شخص سنويًّا. أما مرض الإسهال فهو المرض الرئيسي المتسبب في موت الأطفال في الدول النامية، ويتسبب هذا المرض عن مدى واسع من الكائنات الحيّة بما فيها البكتيريا. تنتشر البكتيريا في الماء الملوث، ويتسبب الإسهال في فقْد الجسم لكميات كبيرة من الماء، ويصبح الطفل مُصابًا بالجفاف، ويعالج باستخدام محاليل أملاح معالجة الجفاف.

رواد العلم: روبرت كوخ

من أهمِّ علماء البكتيريا في نهاية القرن التاسع عشر، العالم الألماني روبرت كوخ. قضى كوخ وقتًا طويلاً في دراسة البكتيريا تحت المجهر، وأثبت أن بعض الأمراض يتسبب عن بكتيريا. أخذ كوخ عينةً من دم شخص مصاب بأحد الأمراض، وسمح للبكتيريا الموجودة في دمه بالنمو، ثم حقن هذه البكتيريا في فأر. فوجد أن الفأر أصيب بنفس المرض. وفي عام 1905 فاز كوخ بجائزة نوبل في الطب، وعلم وظائف الأعضاء، على عمله في تطوير اختبار مرض السل.

المضادات الحَيَويّة

تعتبر المضادات الحيوية إحدى وسائل مكافَحة المرض البكتيري. والمضادات الحيوية عبارة عن كيماويات قاتلة للبكتيريا. وأول مضاد حيوي معروف هو البنسلين، وحاليًّا يوجد الكثير من أنواع المضادات الحيوية التي تعمل بطرق مختلفة، فبعضها يهاجم جدار الخلية البكتيرية ويُضْعِفُه، مما يسمح بتسرُّب محتويات الخلية إلى الخارج، بينما تسبب أنواع أخرى من المضادات الحيوية إبطاء نمو البكتيريا، أو تجمعها مع بعضها ؛ مما يسهل تدميرَها بواسطة خلايا الدم البيضاء.



تنمو البكتيريا على سطح بيئة الآجار المُغذي المتصلبة، أما الأقراص الورقية داخل الطبق الزجاجي فهي مُشَبَّعة بمضاد حيوي ينتشر خارجًا منها على سطح البيئة. يوقف المضاد الحيوي نمو البكتيريا، حيث تشاهد منْطقة رائقة تحيط بالقُرْص.

الوقاية ضد البكتيريا

يحمي الجسم نفسه طبيعيًّا عن طريق إحداث المناعة ضد المرض. فإذا عانيت من مرضٍ ما، فإن عدد خلايا الدم البيضاء يزداد. وتَسْعى بعض خلايا الدم البيضاء خلفَ البكتيريا وتقتلها. وتنتج أنواع أخرى من خلايا الدم البيضاء كيماوياتٍ تُعْرف باسم الأجسام المضادة، حيث تلتصق هذه الأجسام بالبكتيريا الغازية وتدمِّرها. وهناك عديد من أنواع الأجسام المضادة المختلفة، كل منها يعمل ضد نوعٍ مختلف من البكتيريا. وفي بعض الأحيان تحتاج خلايا الدم البيضاء بعضَ الوقت لتكوين كميةٍ كافيةٍ من الأجسام المضادَّة المناسبة، وهذا يتيح للبكتيريا فرصةً للتكاثر والزيادة في العدد، ويؤدي ذلك إلى ظهور أعراض المرض. وفي الحقيقة فإن الأجسام المضادة المتكونة تدمر البكتيريا ويُشْفى الإنسان. وعندما يصاب الإنسان بنفس هذه البكتيريا مرةً أخرى فإن الجسم يتعرف عليها في الحال، وسرعان ما تتكون كَميات وفيرة من الأجسام المضادة المناسبة التي تقضي على البكتيريا قبل أن تسبب المرض، وهكذا يتكون لدى هذا الإنسان مناعة ضد المرض.

وحديثًا، يتم تطعيم الأطفال ضد الكثير من الأمراض. ويحتوي الطُّعم إما على بكتيريا وفيروسات ميتة، أو بكتيريا وڤيروسات تم إضعافها. يُحْقن هذا الطعم في جسم الإنسان الذي يقوم بإنتاج أعدادٍ هائلةٍ من الأجسام المضادة. وعندما يتم تطعيمك فأنت لن تمرض؛ لأن الكائنات الصادرة المستخدمة إما ضعيفة للغاية أو ميتة، ولكن في المرة القادمة عندما تغزو هذه الكائنات جسمك، فإن الأجسام المضادة سوف تتكون بسرعة، وتقتل الكائن المُمْرِض. أحيانًا يكون التطعيم لمرة واحدةٍ كافيًا لحمايتك طولَ حياتك، إلا أنه غالبًا ما يتطلب الأمر جرعة تطعيمٍ أخرى. وقد تعطى تطعيمات إضافية مُنَشِّطة كل بِضْع سنواتٍ عندما تتناقص مَناعة الجسم.

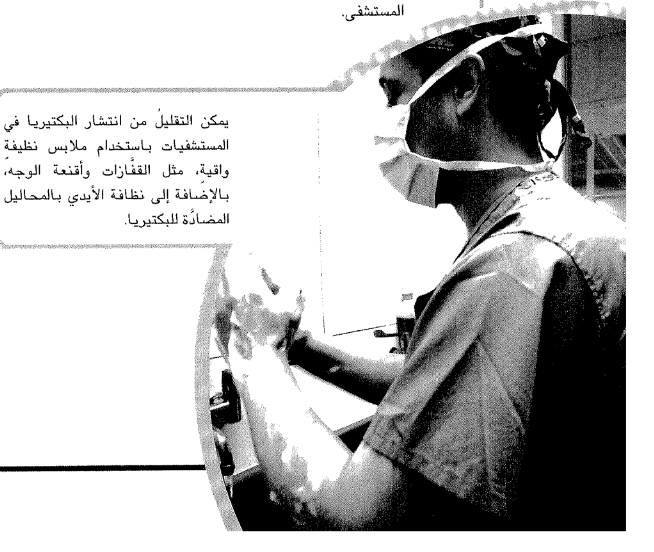
رواد العلم : ألكسندر فلمنج

ألكسندر فلمنج هو أول من اكتشف المواد التي تستطيع قتلَ البكتيريا. ففي عام 1928 قام بإنماء بكتيريا في المعمل ولاحظ بالمُصادفة أن فطرًا عفنًا قتل بعض هذه البكتيريا، وعرّف هذا الفطر على أنه *Penicillium*. ولقد احتاج الأمر بعد ذلك إلى 12 عامًا قبل أن يتم استخلاص المادة المنتجة بواسطة الفطر *Penicillium* واستخدامها طبيًّا. ولقد أطلق على هذا العقار المعجزة اسم بنسيلين.

مُمْرِضات فائقة

تتكاثر البكتيريا بسرعة، وإذا حدث لها تغيُّر في حمضها النووي DNA، فإن هذا التغير ينتقل للأجيال الجديدة. وبعض هذه التغيرات تجعل البكتيريا أكثر مُقاومةً للعقاقير الطبية مثل المضادات الحيوية. ويعتبر المضاد الحيوي السلاح الرئيسي ضد البكتيريا، إلا أنه بسبب الإفراط في استخدامه أصبح كثير من أنواع البكتيريا مقاومةً له.

وفي الوقت الحالي، تعتبر المشكلة الكبرى في المستشفيات هي ظهور ما يعرف باسم الكائنات الممرضة الفائقة، وهي بكتيريا *Staphylococcus aureus* المقاومة للمضاد الحيوي ميثيسلين. ولقد أصبحت هذه البكتيريا مقاومةً لمعظم المضادات الحيوية المستخدمة. تنتشر هذه البكتيريا على الجلد وفي الحَلْق، وهي لا تسبب مشاكل كبيرةً للأشخاص الأصحَّاء، إلا أنها يمكن أن تسبب إصاباتٍ حادةً للمَرْضى الضعفاء في المستشفيات، حيث يمكن لهذه البكتيريا دخول أجسامهم عن طريق الحروق أو الجروح أو العمليات الجراحية. ويمكن استخدام المضادات الحيوية لوقف الإصابة، إلا أن ذلك يتطلب جُرْعات عالية، وتقل مع الوقت فاعليةُ المضادات الحيوية المستخدمة. وأفضل الطرق لمكافحة هذه البكتيريا هي اتِّباع الوسائل الصحية الجيدة مثل غسل الأيدي قبل لَمْس المريض، والتأكُّد من نظافة المستشفى.



يمكن التقليلُ من انتشار البكتيريا في المستشفيات باستخدام ملابس نظيفة واقية، مثل القفَّازات وأقنعة الوجه، بالإضافة إلى نظافة الأيدي بالمحاليل المضادَّة للبكتيريا.

حالة للدراسة : الفيروسات

يصاب أغلب البشر بالبرد أو الإنفلونزا في فترة ما من حياتهم، هذه الأمراض - وكثير غيرها - تتسبب عن ڤيروسات. والڤيروسات متناهية في الصغر، تكون عادةً أصغر آلاف المرات من البكتيريا. يتراوح طول الڤيروس بين 17 و 300 نانومتر. ويمكن رؤية هذه الڤيروسات فقط بواسطة المجهر الإلكتروني. يتركب جزيء الڤيروس من غلاف بروتيني يلتفّ حول سلسلة من الحمض النووي DNA أو RNA.

وليس للڤيروسات غشاء خلية، ولا نَواة ولا سيتوبلازم، وهي لا تشبه أي كائنٍ آخر، وفي الحقيقة توجد الڤيروسات في معظم الوقت على صورة جزيئات غير نَشطة لا يظهر عليها مَظهر حياة. وتحتاج الڤيروسات للتضاعف، إلا أنها تفتقر إلى الآلية اللازمة لبناء جزيئات جديدة ذاتيًا؛ لذا فهي تغزو خليةً لكائنٍ حي ما وتوجهها لعمل جزيئاتٍ ڤيروسية جديدة. ويطلق على الخلية التي تغزوها الڤيروسات اسم العائل، ويفضّل كل نوعٍ من الڤيروسات نوعًا معينًا من الخلايا التي يصيبها.

هذا هو شكل الڤيروس تحت المِجْهر الإلكتروني.

يتصل جزيء الڤيروس بالسطح الخارجي لخلية العائل، ويُحْقن الحمض النووي DNA أو RNA الخاص به داخل الخلية. وما إن يصبح الحمض النووي الڤيروسي داخل الخلية حتى يسيطر على العمليات الحيوية داخلها ويوجِّهها لصنع المزيد من الجزيئات الڤيروسية. وفي النهاية تمتلئ الخلية بجزيئات الڤيروس الجديدة، ثم تنفجر ليتحرر منها جزيئات الڤيروس التي تهاجم خلايا جديدة. وباتباع هذا الأسلوب، يمكن للڤيروس التضاعف وإصابة خلايا جديدة بمعدل مذهل. ولا تؤثر المضادات الحيوية على الڤيروس ؛ لأنها لا تجد شيئًا لتقتله. والطريقة المُثْلى لمكافحة الأمراض الڤيروسية هي إحداث المناعة في الجسم.

خلايا المستقبل

سعى العلماء في السنوات الأخيرة لاكتشاف المزيد حول تَرْكيب الخلية باستخدام أحدث المجاهر الإلكترونية، وسوف تتركّز أغلب الأبحاث الجديدة في المستقبل على كَيْفية التحكم في الخلية وكيفية تغييرها. فعلى سبيل المثال يمكن استخدامُ خلايا الجذع لعلاج الأمراض، ويمكن تغيير خلايا البكتيريا لإنتاج منتجاتٍ جديدةٍ مفيدةٍ للبشرية.

مصادر جديدة للخلايا الجذعية

ما زالت المناقشات حول أخلاقيات أبحاث استخدام الخلايا الجذعية مستمرةً، ويرى بعض العلماء إمكانية تجنب هذه المشكلة عن طريق أخذ خلايا جذعية من الحبل السُّرِّي الذي يصل الجنين بمَشيمة أمه، وهذا المصدر الجديد للخلايا الجذعية غايةً في الأهمية، نظرًا لزيادة استخدامه.

كما وجد باحثون آخرون طريقةً لمعالجة خلايا جِذْع نخاع العظام، حيث يمكنها أن تتحول إلى خلايا مخ بمجرد حقنها داخله، وقد يؤدي ذلك إلى علاج بعض الأمراض مثل ألزهايمر.

ومن البدائل الأخرى للحصول على خلايا الجذع الجنينية دفعُ خلية البيضة البشرية للانقسام رَغْمًا عن عدم إخصابها، وهذه الأجنة الناتجة عن الانقسام تحتوي على كروموسومات الأم فقط؛ لذا فهي لن تتطور لتكوِّن أطفالاً. ويسمحُ لهذه البويضات بالانقسام لمدة أربعة أو خمسة أيام حتى يصل عدد خلاياها إلى ما بين 50 و 100 خلية. وما زالت الأبحاث التي تجرى في هذا المجال في مَرْحلةٍ مبكرة، ولا يمكن التنبؤ بأن خلايا الجذع الناتجة بهذه الطريقة ستكون عاديةً.

صناعة أعْضاء جديدة

يحاول العلماء البحث عن طرقٍ لصناعة أعضاءٍ بشريةٍ جديدةٍ معمليًا يمكن زراعتها، لتجنب الحاجة لأخذ هذه الأعضاء من بشرٍ حَديثي الوفاة. وكانت أول الأعضاء التي تم إنتاجها معمليًّا مَثانة كلبٍ، ثم زرعت هذه المثانة داخل كلبٍ آخر، واستمرت المثانة في العمل بعد ذلك لأحَد عشر شهرًا. وقد يكون من الممكن استخدامُ طرقٍ مشابهةٍ لصناعة أعضاء بشريةٍ في المستقبل.

تنقية البيئة

هناك مساحات من المناطق الصناعية حول العالم ذاتُ تُرْبةٍ ملوثةٍ بالكيماويات السامة، ولا يمكن إعادة استخدام هذه الأراضي حتى يتم معالجتها. وتعتبر إزالة التربة إحدى طرق حل هذه المشكلة، إلا أنه يترتب على ذلك وجود كَمياتٍ هائلةٍ من النفايات التي يلزم حَرْقها، أو دَفْنها في مكانٍ ما. والأسلوب الأمثل لحل هذه المشكلة هو معالجةُ التربة في مكانها، وقد يكون ذلك ممكنًا باستخدام البكتيريا المعدلة وراثيًّا خصيصًا لهذا الغرض.



هذه أذن بشرية نَمَت على ظهر فأرٍ معمليًّا. غُرس إطارٌ من البلاستيك مع خلايا غضروفيّة بشرية، وما إن تكونت الأذن، حتى تمت إزالتها من الفأر دون قتله.

مصادر إضافية

كتب أكثر للقراءة

Greenberg, Keith Elliot, *Stem Cells* (Blackbirch Press, 2003)

Harper, Janet ,*Cells* (Letts Educational, 2005)

Stockley, Corinne, *The Usborne Illustrated Dictionary of Biology* (Usborne Publishing، 2005)

Nature Encyclopedia (Dorling Kindersley, 1998)

استخدام الإنترنت

استكشف الإنترنت لتعرف المزيد حول الخلايا ووظائفها، ويمكنك استخدام وسائل البحث مثل www.yahooligans.com أو www.google.com، ثم استخدم كلمات دالة مثل *cell structure* أو *electron microscope* أو *osmosis* أو *mitosis* وسوف تساعدك هذه الأفكار في الوصول إلى مواقع مفيدة بسرعة أكبر.

- حدد بالضبط ما تريد أن تجده أولاً.
- استخدم فقط بضع كلمات دالة في البحث، ضع الكلمات ذات الصلة المباشرة بالموضوع أولاً.
- كن محددًا. استخدم فقط أسماء الأشخاص أو الأماكن أو الأشياء.

تنبيه

جميع مواقع الإنترنت الموجودة في هذا الكتاب صالحة للاستخدام وقت طباعة الكتاب، ومع ذلك ونظرًا للآلية المتغيرة لطبيعة هذه المواقع، فإن بعض هذه المواقع قد تتغير، أو تتوقف عن العمل، وحيث إن المؤلف والناشر يعتذران عما قد يقابله القارئ من مشكلات في هذا الشأن، فإنهما غير مسئولين عن ذلك.

مفردات ومصطلحات

تأقلم (adapt): تغير يناسب الموطن أو البيئة.

تنفس هوائي (aerobic respiration): عملية كيميائية تحدث في الخلية لتحرر الطاقة من السكر باستخدام الأكسجين.

هلام الآجار (agar jelly): هلام مصنوع من أعشاب البحر.

حمض أميني (amino acid): وحدة بناء البروتين.

مضاد حيوي (antibiotic) : مادة تقتل أو تثبط نمو البكتيريا.

جسم مضاد (antibody) : بروتين خاص تصنعه خلايا الدم البيضاء يلتصق بأي خلية غريبة ويثبطها.

بكتيريا (bacteria) : كائن حي وحيد الخلية، ليس له نواة حقيقية، ولكن يوجد الحمض النووي البكتيري بصورة حرة في السيتوبلازم.

نقل الدم (blood transfusion): نقل دم شخص إلى آخر.

نخاع العظم (bone marrow): نسيج شبه سائل يوجد في مركز عظام الجسم الكبيرة. ويعتبر نخاع العظم هو مصور خلايا الجذع، ويصنع خلايا الدم الحمراء وبعض خلايا الدم البيضاء، والصفائح الدموية.

سرطان (cancer) : مرض يتسبب عن فقد التحكم في نمو الخلايا.

كربوهيدرات (carbohydrate): مركبات كيميائية مثل السكر والنشا، تتركب من الكربون والهيدروجين والأكسجين.

غضروف (cartilage): نسيج مرن يوجد على سطوح المفاصل في الهيكل العظمي، كما يكوّن تراكيب مثل الأذن.

غشاء الخلية (cell membrane): المحيط الخارجي للخلية، يحيط بالسيتوبلازم ، ويتحكم في حركة الجزيئات من وإلى الخلية.

سليولوز (cellulose): مادة توجد في جدر خلايا النبات، تصنع من عدد كبير من وحدات السكر، التي ترتبط ببعضها البعض في سلاسل.

علاج كيميائي (chemotherapy): معالجة مرض السرطان باستخدام الكيماويات لقتل الخلايا السرطانية.

كلوروفيل (chlorophyll): مادة كيميائية يستخدمها النبات لاقتناص طاقة الشمس.

بلاستيدة خضراء (chloroplast): تركيب في خلية النبات يحتوي على كلوروفيل.

كروموسوم (chromosomes) : مادة خيطية الشكل، توجد عبر نويات الخلايا.

مستنسخ (clone): نسخ متماثلة وراثيًا.

استنساخ (cloning): عمل كائنات مستنسخة.

مدرك (conscious): واعٍ بما يدور حوله ، ذو إحساس وتفكير.

سيتوبلازم (cytoplasm): مادة ذات قوام جيلاتيني تملأ فراغ الخلية، ويتعلق فيها مكونات الخلية.

انتشار (diffuse): حركة الجزيئات من مكان ما حيث توجد بكميات كبيرة إلى مكان آخر حيث توجد بكميات قليلة.

حمض نووي (deoxyribose nucleic acid) DNA : الجزء الحامل للشفرة الوراثية، ويوجد في نواة الخلية.

إلكترون (electron): جزيئات دقيقة تحمل شحنة سالبة تدور حول نواة الذرة.

جنين (embryo) : بيضة مخصبة في مراحل تطورها المبكرة.

إنزيم (enzyme) : جزيء بروتيني يغير معدل التفاعلات الكيميائية في الكائنات الحية دون أن يتأثر بذلك.

أخلاقي (ethical): أمر ذو علاقة بالصواب والخطأ من الناحية الأخلاقية.

إخصاب (fertilization): ارتباط خلية جنسية مذكرة وأخرى مؤنثة معًا.

بؤرة (focus): تركيز الأشعة الضوئية في نقطة محددة.

جنين غير مخلق (foetus): طفل لم يولد بعد، بلغ أكثر من ثمانية أسابيع من التطور.

فطريات (fungi): كائنات ليست نباتات ولا حيوانات، غير قادرة على الحركة، وغير قادرة على البناء الضوئي.

جاميت (gamete): خلية جنسية.

تقنية الجينات (gene technology) : أحد مجالات التقنية الحيوية الذي يتضمن التعامل مع المعلومات الوراثية.

جين (gene): وحدة الوراثة التي تنتقل من الآباء إلى الأبناء.

جلوكوز (glucose): نوع من السكر.

وراثة (heredity): توارث الجينات من الآباء إلى الأبناء.

هرمون (hormone): رسالة كيميائية في الجسم تحمل في الدم.

مناعة (immunization): عملية يصبح عن طريقها الشخص مقاومًا للإصابة بالأمراض، ويتم ذلك عن طريق حقنه باللقاح.

عدسة (lens): أداة تركز الأشعة الضوئية إلى صورة دقيقة واضحة.

مرض سرطان الدم (leukaemia) : مرض يؤثر على خلايا الدم البيضاء.

انقسام ميتوزي (mitosis): نوع من انقسام الخلية، تنقسم فيه كل خلية لتكوِّن خليتين متماثلتين.

جزيء (molecule): مجموعة من الذرات المتحدة معًا.

جهاز عصبي (nervous system) : جهاز يشمل المخ والحبل الشوكي والأعصاب، يتحكم في استجابة الجسم للمؤثرات الخارجية والداخلية.

نواة (nucleus) : الجزء المركزي للخلية. تحتوي النواة على الحمض النووي DNA.

عضو (organ) : جزء في الجسم مكون من أنسجة مختلفة، ويؤدي وظيفة خاصة.

تركيب متخصص (organelle) : داخل الخلية الحية.

كائن حي (organism): فرد من الكائنات الحية مثل النبات أو الحيوان.

أسموزية (osmosis): نوع خاص من الانتشار يشترك فيه غشاء الخلية، وهو شبه منفذ لجزيئات معينة.

منفذ (permeable): يسمح بمرور الجزيئات مثل الماء والغازات.

تمثيل ضوئي (photosynthesis): عملية يقوم بها النبات الأخضر لصنع الغذاء من ثاني أكسيد الكربون والماء باستخدام طاقة الشمس.

صبغة (pigment): مادة تعطي لونًا مميزًا.

بلاستيدة (plastid): جسيم صغير يوجد في سيتوبلازم خلية النبات ، ويحتوي على صبغة أو مادة غذائية.

بروتين (protein) : جزيء عملاق مكون من سلسلة من عدد كبير من جزيئات أصغر تسمى الأحماض الأمينية، متحدة معًا.

العلاج بالإشعاع (radiation therapy): عملية يستخدم فيها الإشعاع عالي الطاقة من أشعة X وغيرها من المصادر لقتل الخلايا السرطانية وتدمير الورم.

مقاوم (resistant): قدرة الكائنات الحية المسببة للأمراض على تحمل تأثير العقاقير مثل المضادات الحيوية.

حمض نووي (ribose nucleic acid RNA) RNA: جزيء وحيد السلسلة يوجد في النواة والسيتوبلازم للكائن الحي، يشترك في تخليق البروتينات.

نشا (starch) : مادة سكرية يصنعها النبات، تتكون من جزيئات جلوكوز عديدة متحدة مع بعضها في سلسلة.

خلية جذعية (stem cell): : خلية احتفظت بقدرتها على الانقسام والتضاعف، وتقوم بصنع أنواع أخرى من الخلايا.

بديل (surrorgate): أنثى حيوان تحمل طفل أنثى أخرى.

نسيج (tissue) : مجموعة من الخلايا الخاصة متجمعة لأداء وظيفة معينة.

درنة (tuber): ساق نبات تحت أرضية.

رحم (uterus): جزء من الجهاز التكاثري الأنثوي، يحمل بداخله الجنين النامي.

يلقح (vaccinate) : يحقن بلقاح.

لقاح (vaccine): مادة تحتوي على بكتيريا ضعيفة أو ميتة أو فيروسات، تحقن في الجسم لتعطي استجابة مناعية.

فيروس (virus): جزيء دقيق يتكون من الحمض النووي DNA أو RNA مغلف بالبروتين. تتضاعف الفيروسات عن طريق إصابة خلايا كائنات حية أخرى.

الكشاف

الخلايا..

مجتمع بلا بطالة!

"الخلايا ووظائفها"

- كم عدد خلايا الدم الحمراء الموجودة في جسم الإنسان؟
- كيف تم استنساخ النعجة (دوللي)؟
- كيف يمكن للخلايا البكتيرية أن تتحمل أقصى درجات الحرارة؟

يتناول كتاب (الخلايا .. مجتمع بلا بطالة!) وكل الجوانب المتعلقة بالخلايا النباتية والحيوانية، بدءًا من الأنماط المختلفة العديدة للخلايا وما تحتويه بداخلها، إلى طريقة تكوينها للأنسجة وأسلوب تكاثرها، وأخيرًا يناقش الكتاب قضايا الاستنساخ وتكنولوجيا الجينات والبكتيريا والفيروسات، وكيف نحمي أنفسنا من الأمراض.

إن سلسلة (علم الحياة..نظرة متعمقة) تقدم تغطيةً شاملة لكل علوم الحياة وعملياتها الأساسية. ويقدم كل عنوان من هذه السلسلة معلومات تفصيلية عن أكثر المفاهيم والنظريات العلمية المرتبطة بموضوع العنوان.

تضم هذه السلسلة:

- الحياة .. للتنافس أم للتجانس!! (التكيف والتنافس).
- جسم سليم .. عقل سليم (أجهزة الجسم والصحة).
- الخلايا .. مجتمع بلا بطالة! (الخلايا ووظائفها).
- الغذاء .. من أين؟ ولمن؟ (علاقات التغذية).
- الحياة .. لونها أخضر (النباتات الخضراء).
- المخلوقات .. مقدرات أم شفرات؟ (الوراثة والانتقاء).
- DNA .. وأسرار لاتنتهي (التنوع والتصنيف).

علم الحياة .. نظرة متعمقة





6 222006 324261

الدار المصرية اللبنانية